

Matti Kantola

# Kuinka lennätät lintusi

Animoitava lintu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Medianomi

Viestinnän koulutusohjelma

Opinnäytetyö

3.5.2016

Tekijä(t) Otsikko	Matti Kantola Kuinka lennätät lintusi. Animoitava lintu
Sivumäärä Aika	34 sivua + 1 liitettä 3.5.2016
Tutkinto	Medianomi
Koulutusohjelma	Viestinnän koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	3D-animointi ja -visualisointi
Ohjaaja(t)	Lehtori Jaro Lehtonen
<p>Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia lintujen lentämistä ja kuinka tehdä linnun lennon animaatiosta realistinen. Työssä käydään lävitse kolme lintujen perusliikettä, lentoon nouseminen, lentäminen ja laskeutuminen, sekä esitellään pääliikkeet ja toissijaiset liikkeet, joilla tuoda lisäsyvyyttä animaatioon. Linnun riggausta ei työssä käydä lävitse, mutta kerron minkälaisia toiminnallisuuksia rigiin on tehty ja kuinka tämä auttaa saamaan lentämiseen halutut ominaisuudet.</p> <p>Tutkimuskohteena toimivaa loppia ei ole animaatiossani tarkoitus käyttää lähietäisyydellä, vaan sitä on tarkoitus käyttää keskipitkällä matkalla. Yksityiskohdat eivät ole tärkeitä.</p> <p>Taustatyötä tehtiin katsomalla lokin lentämistä videoista ja purettiin liikkeet tärkeimpiin vaiheisiin. Liittäminen, kevyt ja voimakas siiven isku, nouseminen maalta ja vedestä ja laskeutuminen, sekä liikkeen pysäyttäminen ilmassa. Työssä vertaillaan myös hieman animaatioissa käytettyjen lintujen lentämistä oikeiden lintujen lentämiseen. Animaatioissa liikkeet ovat usein liioiteltuja ja asennot äärimmäisiä oikeiden lintujen normaalista olotilasta.</p> <p>Käytännön toteutuksena tuotettiin jokaisesta liikkeestä animaatio. Nämä liikkeet ovat esitetty tekstin yhteydessä kuvasarjana ja niiden sisältö on avattu lukijalle.</p> <p>Opinnäytetyöstä uskon olevan hyötyä animaattoreille, jotka haluavat saada lintujen lentämisen perusliikkeet haltuun. Myös riggausta uskon olevan hyödyllinen niille, jotka haluavat tietää millaisia kontrolleja olisi hyvä tehdä linnulle.</p>	
Avainsanat	3d, lintu, lento, animaatio, rigi

Author(s) Title	Matti Kantola How to Fly Your Bird. Animatable Bird
Number of Pages Date	34 pages + 1 appendices 3 May 2016
Degree	Bachelor of Culture and Arts
Degree Programme	Media
Specialisation option	3D Animation and Visualization
Instructor(s)	Jaro Lehtonen, Senior Lecturer
<p>The aim of this thesis is to study how birds fly and how to make animation look realistic. At this work I am going to present three main movements of the birds as follows: taking off, flying and landing. I will also reveal what the primary key elements of each are and what are secondary elements are that can give you more depth to animation. I will not handle how to rig a bird instead, will be telling what kind of functionality I made to my rig and how it is going to help to achieve the desired attributes for flying animation.</p> <p>The study subject is a seagull and the purpose of its animation is not to be used in a close distance but instead for in a mid-range depth. Details of the bird are not important</p> <p>The research was conducted by watching video clips of flying seagulls and dismantling them to the key points. Gliding, light and strong flapping, taking off and landing and also stopping movement in the air. There will also be a comparison between birds from animated film and the real ones. In cartoon movies the movements are usually highly saturated and the poses are most extreme when compared to the real birds natural state.</p> <p>In the practical section I made animation for each movement. Those movements are presented in images within the text and the meaning is broken apart. I believe that this thesis will be useful for animators that needs to understand basic fundamentals of birds flying movements. I also believe that rigging part will be useful for all of those who wants to know what kind of controls they need for the animatable birds.</p>	
Keywords	3D, bird, fly, animation, rig

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Termistö	2
3	Lähestyminen aiheeseen	3
3.1	Käyttötarkoitus	3
3.2	Tietoa linnuista	4
3.3	Seuranta	6
4	Referenssimateriaali ja analysointi	6
4.1	Yleistä lennosta	6
4.2	Videot	9
4.3	3d-animaatiot	9
5	Lokin mallinnus	11
5.1	Pelkistetty malli	11
5.2	UV&Teksturointi	12
5.3	Rigin tekeminen	12
6	Liikkeiden toteutus	20
6.1	Siiven isku, kevyt	20
6.2	Siiven isku, syvä	22
6.3	Liito ja kääntyminen	24
6.4	Pysäyttäminen	24
6.5	Siiven aukaisu ja kiinni laittaminen	26
6.6	Nousu kiinteältä pinnalta	28
6.7	Nousu vedestä	30
6.8	Laskeutuminen	32
7	Lopputulos ja pohdinta	34
	Lähteet	36
	Liitteet	
	Liite 1. Animaatioklipit	



## 1 Johdanto

Opinnäytetyössäni tulen tarkastelemaan lintujen lentoa, koska mielestäni linnut ovat upean näköisiä ja hauskoja eläimiä katsella. Tutkimuskohteenani on lokki ja sen lennon purkaminen. Tein opinnäytetyötä työpaikalleni, jossa olisi tarkoitus käyttää syntyneitä lentoanimaatioita tuomaan eloa ja liikettä arkkitehtuurin visualisointeihin ja animaatioihin. Oppimalla perusasiat lintujen liikkeistä on suureksi avuksi kun tarkoitus olisi myös tehdä eri lajia olevia animoituja lintuja työpaikalle.

Lokki ei tule olemaan varsinainen sankarilintu, jota seurataan läheltä, vaan sitä on tarkoitus käyttää keskipitkällä ja pitkällä matkalla ja sen tulisi olla mallina suhteellisen kevyt. Resurssien käytön sekä scenessä että renderöitäessä tulisi pysyä pienenä, sillä tyypilliset scenet arkkitehtuurissa ovat suhteellisen raskaita. Loppia ei näin ollen tehdä geometrisilla höyhenillä muualla, kuin siipien reunoilla ja pyrstössä.

Tavoitteeni on purkaa primääriset elementit siitä, mitkä tekee lennosta sellaisen kuin se on ja mitkä ovat ne sekundääriset liikkeet, jotka tuovat lisää uskottavuutta lentämiseen ja toisintaa ne omassa työssäni. Tarkoitus on, että syntynyttä informaatiota voisivat toisetkin animaattorit hyväksikäyttää animaatioissaan. Toisaalta pitää huomioida, että linnuillakin on monia erilaisia liikkeitä samasta liikesarjasta, vrt. ihmisen käveleminen, onko se hidas vai nopea, juoksu vai hiipiminen. Lisäksi lintuja on erilaisia niin koon kuin lajin suhteen, ja ne lentävät hieman erilailla.

En tule kertoamaan, kuinka riggasin linnun, mutta aukaisen sitä, mitä pitää ottaa huomioon rigatessa, jotta saavuttaisi tavoittelemansa asiat animaatioon. Netistä löytyy kuitenkin paljon tarvittavaa tietoa, kuinka siivet rigataan, joten sen läpikäyminen ei tässä tapuksessa ole tarpeellista, ja kuten tulen mainitsemaan, niin rigin keveys tai monimutkaisuus vaihtelevat käyttötarkoituksesta. Myöskin eri ohjelmilla on erilaisia lähestymistapoja riggaukseen.

Aluksi käyn lävitse termistöä. Oletan kuitenkin, että lukija ennestään tietää valtaosan käsitteistä ja että hänellä on ennalta tietoa hieman animoinnista ja riggauksesta ylipäättänsäkin. Luvussa kolme kerrotaan hieman linnuista ja niiden rakenteesta. Luvussa neljä käyn lävitse referenssimateriaalia ja vertailen, kuinka animaatioissa lintujen lento eroaa. Viides luku on lokin mallintaminen ja rigin toiminnallisuus. Kuudes

luku on lokin lennon toteuttaminen 3d:ssä ja sen purkaminen. Viimeisessä luvussa pohdin, mitä opin ja mitä voisi tehdä toisin ja parantaa, sekä miten voisi edetä pidemmälle.

## 2 Termistö

**Mesh** = Pintamalli, joka muodostuu verteksien ja näiden välille muodostuvien viivojen aikaansaamasta verkosta. Esimerkiksi jos ajattelee kalaverkkoa, solmut ovat verteksejä, näitä yhdistävät langat eli meshissä viivat. Viivojen muodostamat suljetut alueet ovat meshissä polygoneja, jotka tekevät meshille pinnan.

**Rigging - Riggaus** = Luiden ja niitä liikuttavien kontrolliobjektien tekeminen 3d-geometrialle animointia varten

**FK/IK** = Hierarkiassa olevien objektien, yleensä luiden liikkuminen suhteessa toisiinsa. FK, eli Forward kinematic, hierarkiassa ylin luu liikuttaa alemmaa luuketjua, esimerkiksi mekaaniset animaatiot. IK, eli Inverse kinematic, tapahtuu päinvastoin, eli alimman luun liikkeessä ylemmät luut kääntyvät suhteessa, esimerkiksi ihmisellä polven taittuminen, jalkapöytää nostaessa reisi nousee ja polvi kääntyy.

**Parent/Child** = Määrittää, onko kappale millaisessa suhteessa toiseen kappaleeseen. Ylimpänä hierarkiassa oleva on parent ja sitä seuraava on child, joka puolestaan voi olla parent omalle childilleen. Childit seuraavat omaa parentiaan, esimerkiksi olkapäätä kääntäessä loppu käsivarsi seuraa mukana. Huom IK/FK

**Skinning - Skinnaus** = Skinning, myös weight painting, eli 3d-geometrian sitomista luihin. Tämä tapahtuu antamalla luiden vaikutusalueella oleville verteksille painoarvon nollan ja sadan välillä. Arvo nolla tarkoittaa, että kyseisellä luu ei ole vaikutusta verteksin liikkumiseen ja arvolle sata vastaavasti ainoastaan tietty luu liikuttaa kyseistä verteksiä. Arvot nollan ja sadan välillä jakavat vaikutusta luiden välillä. Tekstissäni tulen käyttämään sanaa skinnaus, koska hyvää kuvaavaa suomenkielistä termiä ei ole.

**Deformation** = Muutos geometriassa, esimerkiksi kääntämällä kyynärpään luuta geometria seuraa sitä ja näin ollen deformoituu alkuperäisestä olotilastaan.

**Morph map** = Geometrian muuttumista toiseen muotoon ilman kontrolloivia objekteja kuten luita. Muutos on erikseen tehty erilliseen karttaan geometriaa muuttamalla esimerkiksi suupielen nostaminen ihmisen kasvoissa käyttäen hyväksi softselection tai skulptausta. Tämän muutoksen voimakkuutta voidaan erikseen ohjata, ja se tapahtuu muun animaation päälle.

**Bend modifier** = Proseduraalinen operaatio jolla voi taivuttaa mallia, esimerkiksi jos haluaa taivuttaa paperin rullalle voi käyttää bendiä. Määrittelemällä keskikohdan voi vaikuttaa millä alueella bendi vaikuttaa.

**Noise** = Häiriötä, sekasortoa, joka voi olla meshin pinnalle tehty kuhmutus, tai johonkin animoituun muuttujaan esimerkiksi kääntymiseen lisätty sekasorto rikkomaan tasaista liikettä.

**Helper/Locator** = Apuobjekti tyhjä kappale, joita käytetään ohjaamaan rigiä.

**Spline deformer** = Deformaatio, joka tapahtuu splineen sidottujen helppereiden ohjauksella.

**Frame** = On kuvayksikkö ajassa, normaalisti käytetään Euroopassa 25 framea sekuntia kohden.

### 3 Lähestyminen aiheeseen

#### 3.1 Käyttötarkoitus

Lokin lentoa on tarkoitus tulla käyttämään keskimatkan etäisyydellä tuomaan liikettä ja eloa arkkitehtuurin visualisointeihin, niin staattisiin kuviin kuin animaatioihinkin. Tämä tarkoittaa sitä, ettei linnun tarvitse olla varsinainen sankarilintu, jossa jokainen höyhen on mallinnettu, niin siipeen kuin ruumiiseen. Myös syvyys- ja -liike-epäterävyys tekevät sen, että kaikki yksityiskohdat eivät ole tarpeellisia.

Kun aloitin mallintamaan lokkia, niin tiesin, että tulen tekstuureilla hoitamaan esimerkiksi ruumiin höyhenpeitteen. Ainoastaan siiven ulkoreunan höyhenet on tarkoitus tehdä geometrialla sekä pyrstön höyhenet. Tämä sen vuoksi, että siiven ja

pyrstön profiilit piirtyvät paremmin rikkoen muuten tasaista pintaa. Irrallisella siipien geometrialla on myös mahdollista tehdä taisaista liikettä rikkovaa häiriötä muun muassa laittamalla noisea animoituihin kontrolleihin.

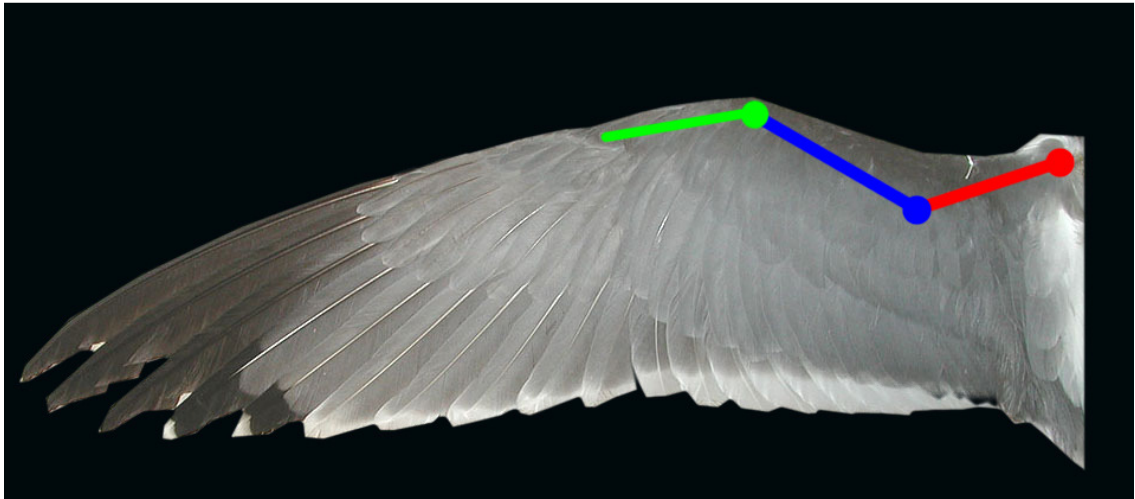
Lokki valikoitui siksi, että se on hyvin yleinen rannikoilla ja varmaan jokaisen tunnistama lintu ja valtaosa työpaikan visuaalisoinneista sijoittuu pääkaupunkiseudulle. Kokonsa ja valkoisen värinsä puolesta se erottuu helpommin kuin esimerkiksi varpunen ja pystyy lentämään korkealla, mikä on hyvä asia isoja aluevisualisointeja ja alueanimaatioita ajatellen, jossa katselukulma on korkealla.

Saatua oppia olisi myöskin tarkoitus käyttää mahdollisten toistenlajisten lintujen animointiin. Vaikkeivät liikkeet ihan suoraan kopioidukaan keskenään, niin isoimmat liikkeet ovat samankaltaisia.

### 3.2 Tietoa linnuista

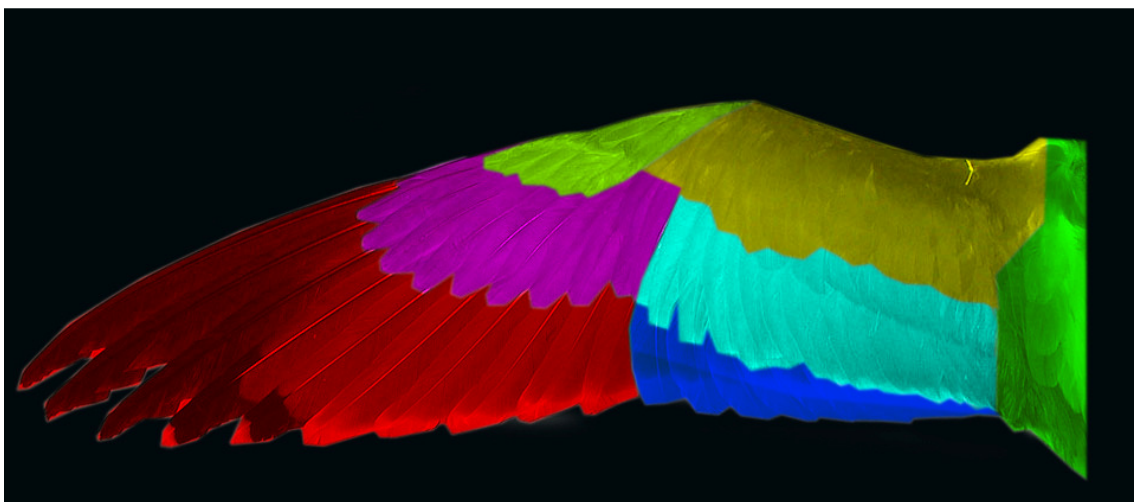
Linnut voi jakaa kokonsa puolesta karkeasti kolmeen eri ryhmään; pienet linnut kuten erilaiset varpuslinnut, keskisuuret kuten tutkimuskohteenakin oleva lokki ja isot linnut kuten joutsen. Linnun koko on tärkeä tiedostaa, koska sillä on suuri vaikutus linnun lentämiseen. Pienet linnut joutuvat räpyttämään siipiään tiuhaan pitääkseen nosteen, mistä esimerkkinä kolibrit, kun puolestaan isot linnut esimerkiksi joutsenet pyrkivät liittämään ilmapirtojen avulla siivet levitettyinä ja liikkumattomina. Koko vaikuttaa myös paljon siihen, kuinka helppoa linnun on päästä maasta ilmaan, kun varpunen pystyy nopeasti hypähtämällä ja siipiä lyömällä saamaan riittävästi nostetta, niin joutsenet joutuvat käyttämään vettä avukseen, jonka pinnalla ”juoksevat”, kunnes saavat tarvittavan nosteen aikaiseksi, vrt. lentokoneen lähtö kiitoradalta. Joillekin isoille linnuille nouseminen maasta voi olla mahdotonta omin avuin. Painavat linnut, kuten jättiläisalbatrossi, heittäytyvät äkkijyrkiltä rantaseinämiltä ulospäin toivoen, että ennen veteen tipahtamista ne kohtaavat nousevan ilmapirtauksen, jonka avulla pystyvät liittämään. Laji ei pysty aktiivisesti nousemaan ylöspäin lentoon. ( Nikinmaa Mikko, 2008. )

Ontot luut ja vahvat rintalihakset mahdollistavat linnun lentämisen. Linnut ovat kokoonsa suhteutettuna kevyitä ja voimakkaita. Siivet ovat lintujen kädet: olkavarsi, kyynärvarsi ja ranne sekä ranteesta lähtevä alulaksi nimetty peukalo. Oheisessa kuvassa 1 on havainnollistettu värein luiden sijainnit.



Kuvio 1. Kuvassa naurulokin siipi levitetynä. Punainen: olekavarsi, sininen: kynärvarsi, vihreä: ranne. SEANET Blog ( 2010 )

Siipien sulat kerrostuvat ja limittyvät toistensa kanssa sekä muodostavat kiinteän ja hieman alaspäin kaarevan yhtenäisen pinnan. Sulat jaotellaan siiven reunasta katsoen ensisijaisiin, ranneluun ohjaamiin ja toissijaisiin käsivarren ohjaamiin sulkiin. Näiden päällä on vastaavasti ensisijaiset ja toissijaiset peitesulat. Lisäksi on vielä pienemmät peitesulat, jotka alkavat käsivarresta ja tulevat toissijaisten peitesulkien päälle. Alula eli *pikkusiipi* on linnun käsiivessä olevan peukalon luihin kiinnittynyt sulkaryhmä. Sulkia on joko 3 tai 4, lahkosta riippuen. Alula esiintyy kaikilla nykyisillä lintulajeilla. ( wikipedia 2013. ) ( Kuvio 2.)



Kuvio 2. Kuvassa naurulokin siipi. Punainen: ensisijaiset höyhenet, sininen: toissijaiset höyhenet, vihreä: tertiääriset höyhenet, lila: ensisijaiset peitehöyhenet, vaaleansininen: toissijaiset peitehöyhenet, vaaleanvihreä: alulahöyhenet, keltainen: pienet peitehöyhenet. SEANET Blog ( 2010 )

### 3.3 Seuranta

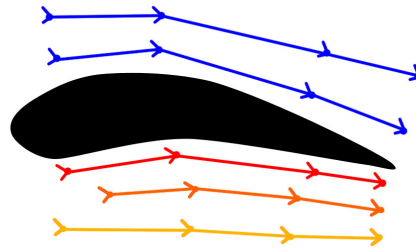
Käyttötarkoituksen ollessa selvä lähdin etsimään tietoa, kuinka lokit lentävät. Koska parhaiten oppii näkemällä ja kokemalla, niin menin Kauppatorille kameran kanssa, sillä siellä on hyvin paljon lokkeja ja ne ovat hyvin tottuneita ihmisiin, jolloin niiden lähelle pääseminen oli helpompaa.

Kuvauksella oli kaksi tarkoitusta, ensinnäkin halusin ottaa hyviä kuvia mallinnuksen tueksi ja tekstuureita tehdäkseeni, sekä liikkuvaa kuvaa että staattisia kuvia lokeista niiden ollessa paikallaan ja lentäessä. Toisekseen halusin itse elävästi nähdä, kuinka lokit käyttäytyvät ja lentävät, koska vaikka netistä löytyykin paljon videoita ja niitä käytin paljon apuna, niin aina monitori ei anna oikeaa tunnetta ja elävyyttä liikkeestä.

## 4 Referenssimateriaali ja analysointi

### 4.1 Yleistä lennosta

Liitämisessä linnun siivet ovat levitettyinä, jolloin lintu hyödyntää maasta kohoavia lämpövirtoja lentämiseen. Tämä mahdollistaa sen, ettei linnulta kulu energiaa siipien räpyttämiseen. Siiven kaareutuman vuoksi ilmavirta luo siipien alle nostetta ja lintu pystyy liitämään tätä kutsutaan Bernoullin laiksi englanniksi Bernoulli's Principle ( kuvio 3 ). ( Henderson 2008, 22% kindle. ) Ilmavirta kulkee siiven yläpuolella koveralla pinnalla nopeammin kuin kuperalla alapinnalla. Alapintaan muodostuu näin ollen enemmän ilmanpainetta kuin yläpuolelle.



Kuvio 3. Ilmanvirtauksen suunta havainnollistettuna ja väreillä ilmanpaineen vaikutus siivessä. Punainen on voimakkain ja sininen vähemmän. ( Apuna käytetty kuvitusta Henderson, 2008, 22% kindle. )

Jos lintu pitäisi siiven vaakatasossa niin ajanmyötä ilmanvastus lopulta vähentäisi linnun vauhdin. Kallistamalla eteenpäin, pieneen syöksyyn lintu pystyy pitämään vauhdin liitäessään, menettäen kuitenkin samalla hieman korkeutta ( Bird flight web site).

Liitelyksi ( englanniksi soaring ) kutsutaan, kun lintu käyttää lämpimiä ylöspäin suuntautuvia ilmavirtauksia ja maaston aikaansaamia ilmavirtauksia avukseen. Nämä mahdollistavat sen, ettei linnun tarvitse korkeutta ylläpitääkseen räpytellä siipiään, vaan ilmavirtauksen aikaansaama noste korvaa kallistuman aiheuttaman hävikin ( Henderson, 2008, 59% kindle). Lämpimien ilmavirtausten käyttäjistä haukat ja niiden ylöspäin spiraalimaisesti suuntautuva liito ovat varmaan monille tuttu.

Käyttämällä alula höyheniä ja kallistamalla siipeään lintu pystyy ohjaamaan liitonsa suuntaa. Tämä niin ikään on seurausta ilmanpaineen ja -vastuksen muutoksesta siivessä. ( wikipedia 2013 ).

Koska liikkeet ovat liidossa pieniä ja hyvin hienovaraisia, niin katsojan on vaikea havaita muutoksia. Oman tarkkailuni tuloksena, tuuli ja ilmanvastus ovat suurimmat liikkeen havainnoinnin aiheuttajat. Ne saavat linnun ruumiin höyhenissä ja etenkin siivissä aikaan pientä aaltoilua ja sekasortoa.

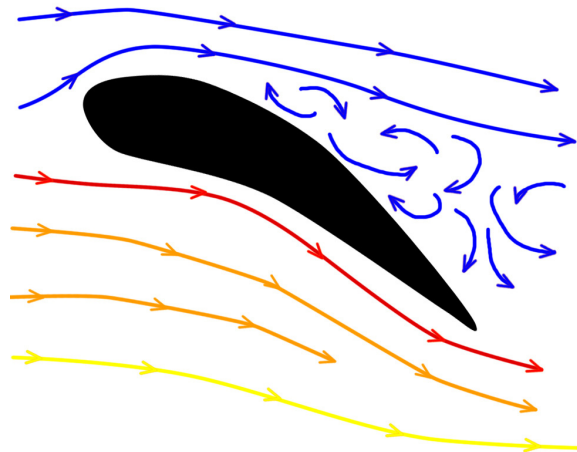
Siipien iskuilla lintu pystyy pitämään vauhtia yllä pysyäkseen ilmassa tai kääntyessään. Iskussa lintu vetää siipiään lähemmäs ruumistaan ja nostaa ne ylös sen jälkeen ylös koukussa. Ylhäällä lintu levittää siipensä ja työntää niitä alaspäin. Siipien isku tapahtuu molemmilla siivillä samanaikaisesti. Isommat linnut lyövät harvakseltaan verrattuna pienempiin lintuihin. Lokki lyö noin kerran sekunnissa, kun puolestaan varpunen lyö noin 6 kertaa sekunnissa. Isku toki vaihtelee tilanteen mukaan eikä voi sanoa eksaktia aikaa lyöntitiheydelle. Isku on tietenkin tärkeä noustessa ja laskeutuessa, ja nämä liikkeet ovat syvempiä.

Nousuun lähdössä lintu levittää siipensä, jotka ovat ruumiin viereen vedettyinä suojassa. Isommat linnut joutuvat ilmaan päästäkseen ottamaan vauhtia juoksemalla, lyöden samalla vauhtia siivillään ja pitämällä siivet mahdollisimman levitettyinä. Suurimmat linnut joutuvat lähtemään sukeltamalla alas korkealta paikalta esimerkiksi kallion reunalta. Pienemmät linnut pystyvät lähtemään lentoon paikaltaan, hyppäämällä ilmaan ja lyöden siivillä vauhtia.

Bernoullin lain myötä linnun kannattaa käyttää tuulta avukseen. Kun vauhti kaksinkertaistuu, niin noste nelinkertaistuu ( Henderson, 2008 ).

Laskeutuessaan lintu pyrkii kulkemaan vastatuuleen, mikä auttaa lintuja saamaan paremman kontrollin sekä hidastamaan vauhtia. Ilman vastatuulta lintu lyö siivillä vastaan saadakseen vauhdin hidastumaan. Tätä edeltävät usein siipien kääntäminen ja samalla ruumiin kääntäminen mahdollisimman ylös sekä pyrstön levittäminen. Siivet pysyvät täysin levällään ja kallistettuina noin 13 astetta, jotta nosto pysyisi mahdollisimman pitkään eikä lintu törmäisi maahan. Tätä nostetta kutsutaan englanniksi Angle of Attackiksi ( Henderson, 2008 24% kindle ). Laskeutumisensa loppuvaiheessa lintu kallistaa siipensä jyrkemmin ylöspäin. Tätä kutsutaan englanniksi Stalling Angleksi ( kuvio 4), ilmavirtaus katkeaa siiven yläpuolella ja luo pyörteen pinnalle ( Henderson, 2008 25% kindle ).





Kuvio 4. Stalling Angle. Kuvaan havainnollistettu ilmavirtaukset siivessä. ( Apuna kuvituksessa käytetty Henderson, 2008 25% kindle. )

#### 4.2 Videot

Katsoin useita erilaisia videoita niin lokeista kuin muistakin linnuista. Erityisen hyviä referensseiksi olivat Youtubesta löytyvät slowmotion klipit. Nämä olivat isona apuna liikkeiden ja ruumiinosien analysoinnissa. Käytin näitä After Effectissä ja etsin liikkeiden keyposet animointia helpottamaan.

Yritin löytää lokin lennosta tärkeimmät liikkeet, joita hieman muuttamalla ja ajoittamalla on mahdollisuus tehdä pidempiäkin lentoanimaatioita. Erikoisimpiin katsomiini videoihin kuului kynityn kanansiiven taipuminen, tämä oli suurena apuna kun tarkastelin kuinka siipi menee kiinni ja aukeaa ( Backyard Bird Anatomy, 2014, Chicken Wing Anatomy - Part 1).

#### 4.3 3d-animaatiot

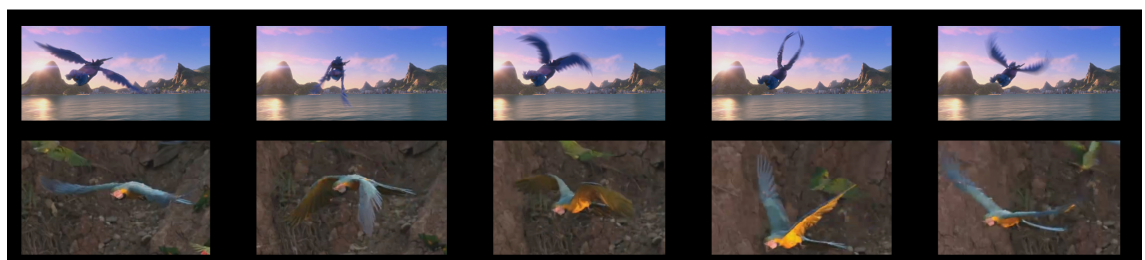
Hyvä tapa saada informaatiota animoiduista linnuista on katsoa sellaisia animaatioita, joissa linnut toimivat merkitsevässä roolissa ja Rion tapauksessa päähenkilöinä. Vielä parempaa on katsoa sellaisia, joissa henkilö joutuu kehittymään. Tämän vuoksi Rio on hyvä siksi, että päähenkilönä toimii lintu, Blu, joka ei osaa lentää niin hän kovasti yrittää sitä, kunnes lopulta onnistuu. Räpiköimisestä ja huitomisesta löytyi lopulta oikea rytmi ja liikkeet, ( Rio: 01:20:52-01:21:15, 2011 ). Tästähän animaatiossa on kyse oikeiden

liikkeiden löytämisessä ja rytmittämisessä. Toki tällaisessa, ei realistisessa animaatioissa liikkeet ovat enemmän liioiteltuja, mutta pohjalla on samat perusliikkeet kuin oikeassakin maailmassakin. Toki tämä animaatio on hyvä myös siksi, että siinä on paljon erilaisia lintuja, niin isoja kuin pieniäkin, joilla jokaisella on toisistaan poikkeavia liikkeitä.

Legend of the Guardians oli toinen animaatio, jonka katsoin. Tämä oli hyvä esimerkki, koska elokuvan linnut, pöllöt, oli toteutettu realistisemmin kuin Riossa ( Legend of the Guardians: The Owls of Ga'Hoole, 2010 ). Liikkeet ovat lähellä oikeita liikkeitä, eli lintujen toiminnot tapahtuvat niin kuin niiden voisi olettaa oikeastikin tapahtuvan. Riossa linnuille oli annettu enemmän inhimillisyyttä, siivet toimivat kuin ihmisten kädet, ranne ja siihen liittyvät sulat olivat kuin ihmisen kämmen, jolla pystyi käyttämään esineitä.

Piirretyissä ja 3d-animaatioissa liikkeet ovat usein liioitellumpia kuin oikeassa elämässä ( kuvio 5 ). Tähän ehkä vaikuttaa se, että isommat liikkeet ovat paitsi helpommin luettavissa katsojalle, ne antavat myös enemmän liikettä ja liikkeen tunnetta kuvaan. Katsoja tietää, että hahmo on pyrkimässä jonnekin. Normaali lento, jossa siipi ei tee isoja liikkeitä on hieman seesteisen oloinen.

Liitämistä käytetään myös melko vähän animaatioissa, vaikka oikeasti linnut pyrkivät säästämään voimiaan ja liitämään mahdollisimman paljon. Tämä varmaan johtuu juuri liikkeen saamisesta kuvaan.



Kuvio 5. Rio ylempi kuvasarja ja alla SmarterEveryDay ( 2012 ), vertailu liikkeistä samassa iskukohdassa.

## 5 Lokin mallinnus

### 5.1 Pelkistetty malli

Mallinsin lokin suhteellisen vähällä polygoni määrällä. Pinta on mahdollista jakaa tiheämmäksi tarkemman ja pehmeämmän mallin saamiseksi, joten loki on mallinnettu quadeina, jotta deformaatiot animaatioissa pysyvät mahdollisimman ennakoitavissa. Raaka polygonimäärä ilman ylimääräisiä subdivejä on 4148 ( kuvio 6 ). Ruumiissa ei ole erillisiä höyheniä, koska lokkia tullaan katsomaan sen verran etäältä, ettei niin ison geometrian tekeminen olisi järkevää. Hair and furilla voisi tehdä höyhenet, mutta niiden käytössä on omat hankaluutensa: höyhenten suuntien hallinta, kokojen muutokset, värien vaihtuminen ja animoituminen muun linnun mukana, sekä ne lisäävät turhaa raskauden lisääminen malliin. Höyhenet siivissä ja pyrstössä on mallinnettu erillisinä geometrioina käyttäen yhtä polygonnauhaa ja monistamalla sitä tarvittava määrä. Lokin käsivarsi on yhtenäistä pintaa alkaen lokin selästä. Tämä vähensi tarvetta tehdä isoa määrää höyheniä siiven tyveen ja käsivarren peittämiseksi ja auttoi pitämään mallia kevyempänä. Höyhenet, joita on 27 kpl molemmissa siivissä on mallinnettu niin, että samassa meshissä on myös peitehöyhenet lisättyinä päähöyhenten ylä ja alapuolelle. Tällä vähensin rigin raskautta ja kontrollointi säilyi parempana. Myös pyrstön höyhenet on rakennettu samalla tavalla.

Aluksi pohdin siiven tekemistä kokonaan yhtenäisellä geometrialla ja tein siitä myös kokeilun mutta se johti huonoon deformaatioon ja tekstuurien venymiseen. Siiven liikkeiden kontrollointi etenkin taipuminen kiinni, oli myös vaikea toteuttaa hyvin.



Kuvio 6. Lokki lepoasennossaan, eli asennossa ilman deformaatioita.

## 5.2 UV&Teksturointi

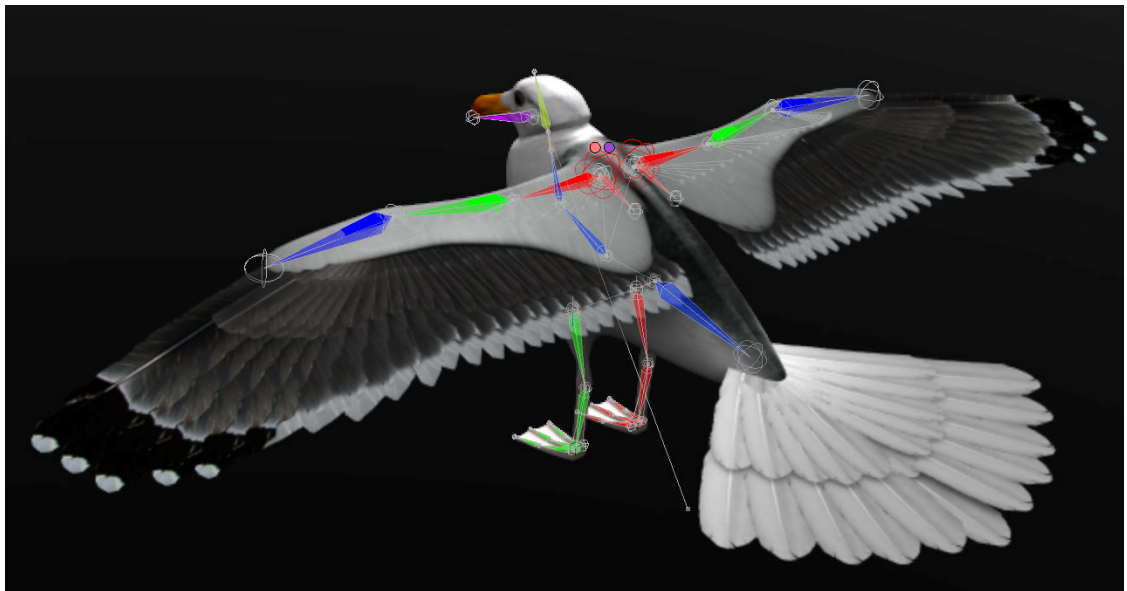
Lokin ruumiin teksturointi tapahtui maalaamalla peilausta hyväksikäyttäen mallia Modossa. Aikuisen lokin tekstuuri on suhteellisen vaalea ruumiissa, niin hieman lisäsin ja liioittelin kontrastia höyhentekstuurille, jota käytin projektitekstuurina maalatessani. Irrallisille höyhenille tein erilliset tekstuurikoordinaatit ja teksturoidessani käytin neljää erilaista höyhentyyppeä, jotka tein Photoshopissa. Tämä mahdollistaa sen, että voin jatkossa, jos tarve vaatii tehdä lisää variaatioita höyhenille antamalla uuden materiaalin. Värisäätöä lokin selän ja siipien höyhenten tumman sävyn yhdenmukaistamiseksi joutui niin ikään säätämään Photoshopissa, sillä eri tekstuurilähteistä otetut näytteet olivat valoituksiltaan ja linnun iän suhteen erilaiset.

## 5.3 Rigin tekeminen

Ennen kuin aloitin tekemään rigiä, tutkin, kuinka linnun siivet koostuvat. Tavallaan lintujen siivet muistuttavat ihmisten käsivarsia. Olkavarsi linnuilla on lyhyt suhteutettuna kyynär- ja varttinäluihin. Kyynärluusta seuraa ranne- ja rystysluiden muodostama

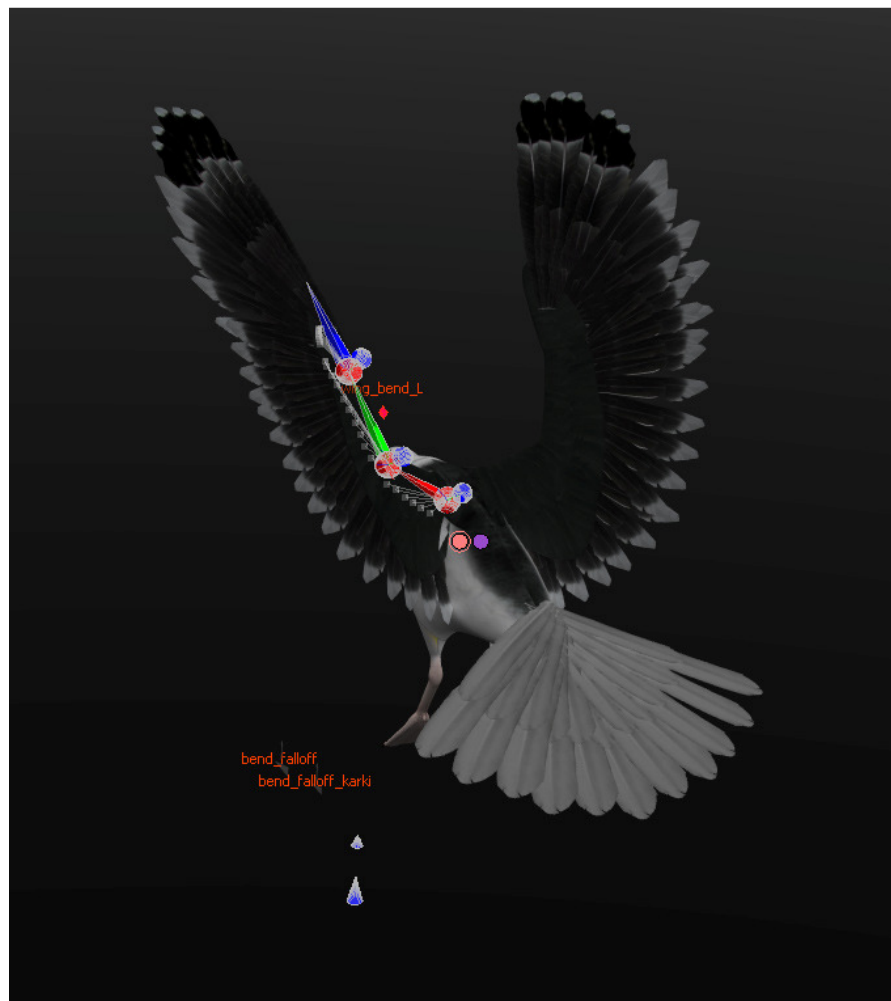
yhtenäinen kämmenluu ja sitä seuraava sormi. Alulaksi nimitetty pikkusiipi kiinnittyy kämmenluusta lähtevään peukaloon. Tosin tässä tapauksessa jätin peukalon ja pikkusiiven kokonaan pois sekä yksinkertaistin kämmenen yhdeksi yhtenäiseksi luuksi vrt. ihmisen perusrigin tekeminen. Todellisuudessa pikkusiipi on tärkeä osa linnun ohjausta, mutta tässä tapauksessa se ei lisää mitään oleellista. animaatioon.

Hain itselleni referenssiksi materiaalia lokista ja lokin siivistä sekä niiden rakenteista. Kuvaan 7 on havainnollistettu ruumiin luiden paikat rigissäni. Huomioitavaa on että, siipeen on havainnollistettu eri värein eri luut mutta jalat ovat väreillä eroteltu: vasen jalka, vihreä ja oikea jalka, punainen. Ruumissa on kolme luuta alkaen pyrstöstä merkitty sinisellä ja siitä seuraa kaksi kaulan luuta, oranssi ja vaalean vihreä. Lilaa luuta käytetään leuan aukaisemiseen. Siipien luut toimivat FK-tyyppisesti, mikä antaa enemmän kontrollia luiden kääntämiseen kuin mitä IK:lla olisi saavuttanut.



Kuvio 7. Lokin luut ja niiden sijainnit. Olkapäistä lähtevät pienet vaaleammanpunaiset luut, jotka auttavat ohjaamaan siiven tyven deformaatiota.

Käsivarren luihin on skinnattu käsivarren geometria ilman irtonaisia höyheniä. Molempien siipien olkapäästä lähtevät pienet vaaleamman punaisella merkityt apuluut ohjaamaan geometrian deformaatiota siiven tyvessä, kun siipi taipuu kiinni. Tämä on automatisoitu niin, että varsinaista kontrollia apuluihin ei ole, vaan ne hakevat liikeensä eli rotaationsa olkapäästä. Jokaisella siiven luulla itsellään on kontrolliohjeksi ohjaukseen ( kuvio 8).

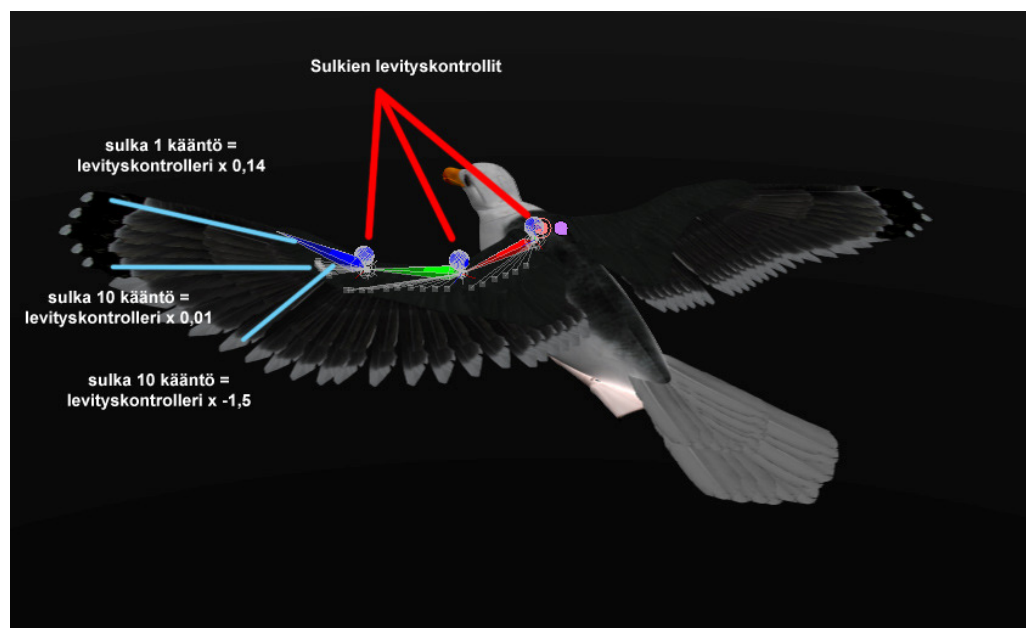


Kuvio 8. Siiven kontrollit: punaiset pallot kääntävät luuta; siniset pallot levittävät samaisten luiden höyheniä, siniset kartiot nostavat höyheniä kärjistään, bend\_falloff ja bend\_falloff\_karki, kontrolloivat höyhen bendiä. Punainen pyramidi wing\_bend\_L kontrolloi vasemman siiven bendiä sen koko matkalta, vastaava on toki oikeallakin.

Höyhenet on parentoitu luihin: ranteeseen on linkitetty 11 kpl höyheniä, käsivarteen 10 kpl ja olkavarteen 6 kpl. Lukumäärät ovat arvioita referenssikuvien perusteella eivätkä absoluuttisia. Esimerkiksi mitä lähemmäksi mennään ruumista, sitä tiheämmin ja pienempiä höyhenet ovat, vrt. esim. kuva 5. Höyhenissä on kuten mainittu mallinnettuna myös peitehöyhenet samaan meshiin molemmiin puolin, joten yksi höyhenrigi liikuttaa kolmea höyhentä. Höyhenrigit ovat pari astetta kiertyneinä niin, etteivät ne mene toistensa päälle samassa pinnassa vaan limittyvät, jolloin siiven liikkeissä ne jäävät toistensa alle luonnollisesti eivätkä aiheuta päällekkäistä geometriaa, joka renderöitäessä puolestaan aiheuttaisi ongelmia.

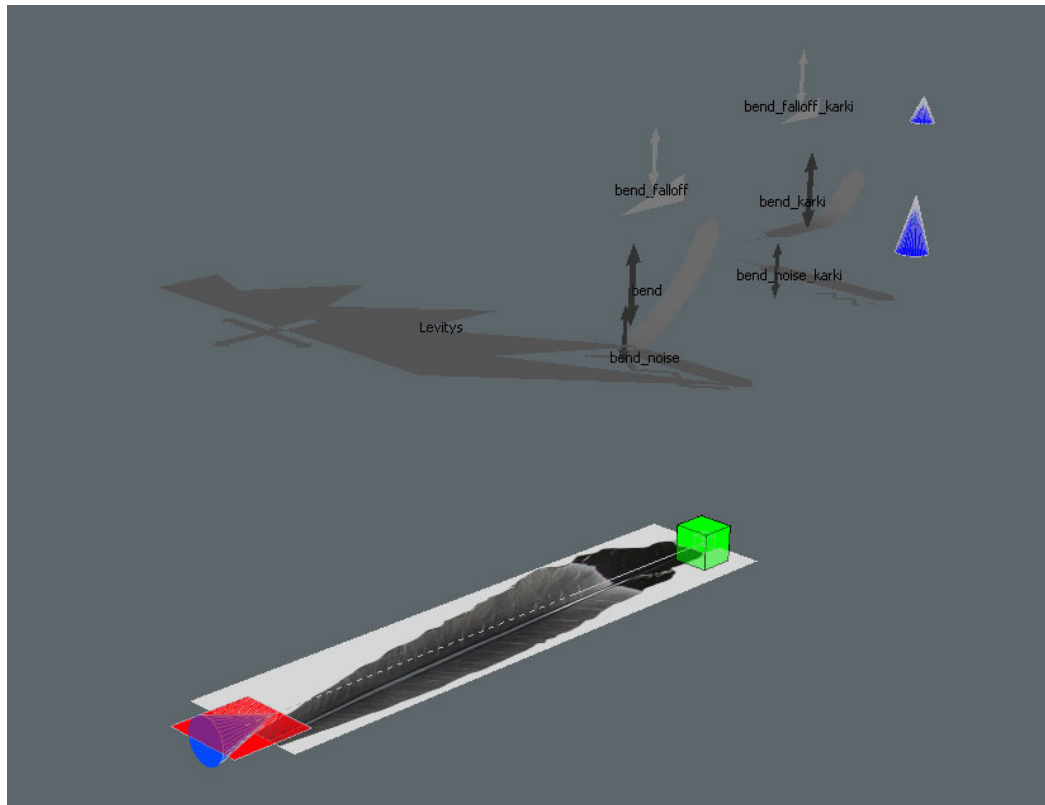
Höyhenrigille annoin kaksi erilaista bend modifier -kontrollia. Toinen näistä ohjaa höyhenen taipuvuutta koko höyhenen matkalta ja toinen vain höyhenen kärjestä. Nämä bendit on yhdistetty kontrolli objecteihin, joita on molemmille bend-tyypeille kaksi. Ensimmäinen bendi, jota tarvitaan mm. siiven iskussa, taivuttaa höyhentä graduuaalisesti alkaen siiven kärjestä voimakkaasti heikentyen kohti olkapäätä. Sama toistuu bendissä, joka vaikuttaa höyhenten kärkeen. Toinen kontrolliobjecti bendeille on bendin taipuvuuteen liitetty noise, jolla pystytään esim. liidossa simuloimaan ilmapvirtausten aiheuttamaa pientä kaoottisuutta ja eloisuutta siivissä. Tämä noise on sidottu timelineen eli aikajanaan, josta se ottaa jokaisesta framesta sattumanvaraisen arvon ja syöttää sen bendin angleen.

Höyhenrigit, jotka liittyivät samaan luuhun on puolestaan linkitetty y-akselistansa erillisen rotaatio helperin y-rotaatioon. Tämä menee graduuaalisesti, niin alenevasti että ranteen kärjimmäisimmässä höyhenessä tapahtuu isoin kääntyminen mutta viimeinen sulka, joka on ranteeseen liitetty kääntyykin vastakkaiseen suuntaan ( kuvio 9 ). Tämä toisintuu muidenkin luiden sulkiin liitettyssä rotaatio-helpperissä. Tällä saavutin sen, että kun esimerkiksi samaista ranneluun helperiä käännetään, niin höyhenet ranteessa kääntyvät myös muodostaen samalla viuhkamaisen ja yhteneväisen paketin. Tämän ansiosta ei tarvitse kääntää jokaista höyhentä erikseen. Jotta tämä toimisi kaikissa liikkeissä, niin höyhenrigissä on override eli yliajo kääntymiselle, jotta kun luu kääntyy siiven mennessä kiinni, niin helperiä käännettäessä vastakkaiseen suuntaan höyhenet menevät pakettiin.



Kuvio 9. Höyhenien levitys. Huomaa, että sulka 10, joka on viimeinen ranteeseen liitetty kääntyikin vastakkaiseen suuntaan.

Höyhenrigiin on laitettu myös erilliset yliajot höyhenten levittämiseen sekä yksittäisen höyhenen suunnan muuttamiseen ( kuvio 10 ). Näillä on pyritty siihen, että jos tilanne animaatioissa vaatii pientä korjailua esimerkiksi siiven mennessä kokoon, niin se on mahdollista toteuttaa kajoamatta varsinaisiin levityshelpereiden rigiin.



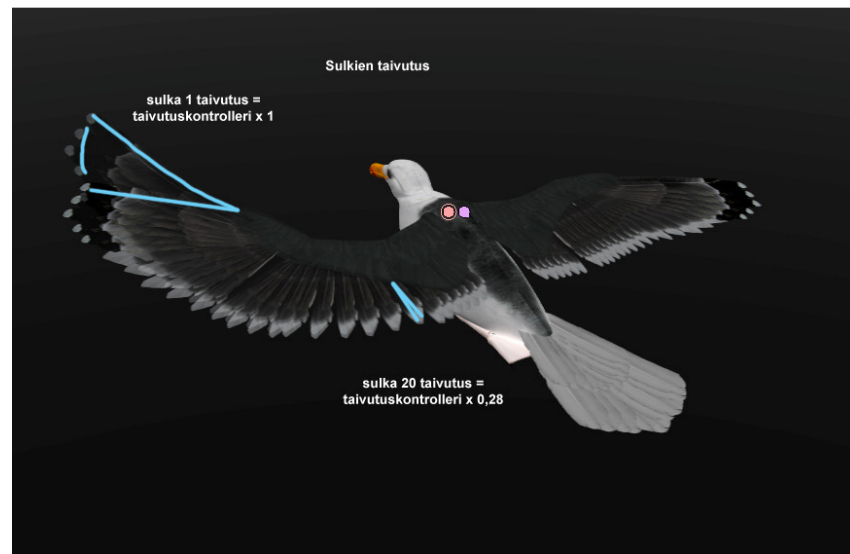
Kuvio 10. Höyhenplane ja siihen vaikuttavia kontrolleja: punainen neliö on root locator; sininen kartio punaisen neliön sisällä on lookat locator, joka osoittaa sulan kärkeen; vihreä neliö on override locator sulan kääntämiseen sulkakohtaisesti. Muut controllerit ovat siiven kaikkien sulkien ohjaukseen. Siniset kartiot ovat sulkien nostamiseen, isompi on falloffimainen ja pienempi lineaarinen nosto.

Bendin riippuvuuden höyhenestä toiseen hoidin samanlailla kuin käännönkin. Kun höyhen taipuu, niin sitä seuraava höyhen taipuu tähän suhteessa tietyn kertoman mukaan. Esimerkiksi siiven kärjen höyhenen taipuessa se taipuu saman luvun kuin kontrolliohjeistinkin luku, mutta sitä seuraava höyhen taipuu tämän 0.96-kertaisena. Tämä sama toistuu jokaisen höyhenen bendissä ( kuvio 11 ). Näin saavutin sen, että siiven höyheniä voi taivuttaa ilman, että tarvitsisi jokaisen höyhenen bendiä erikseen animoida, ja toisaalta bendillä saadaan siiven kärjen höyheniin isompi taipuma kuin lähempänä ruumista oleviin, joissa pinta-ala on pienempi. Tämä lisää realismia, kun



tekee animaatiota. Samaa asiaa sovelsin myös siipien kärjissä oleviin pieniin bendeihin, joilla voidaan rikkoa vielä lisää tasaisuutta animaatiossa.

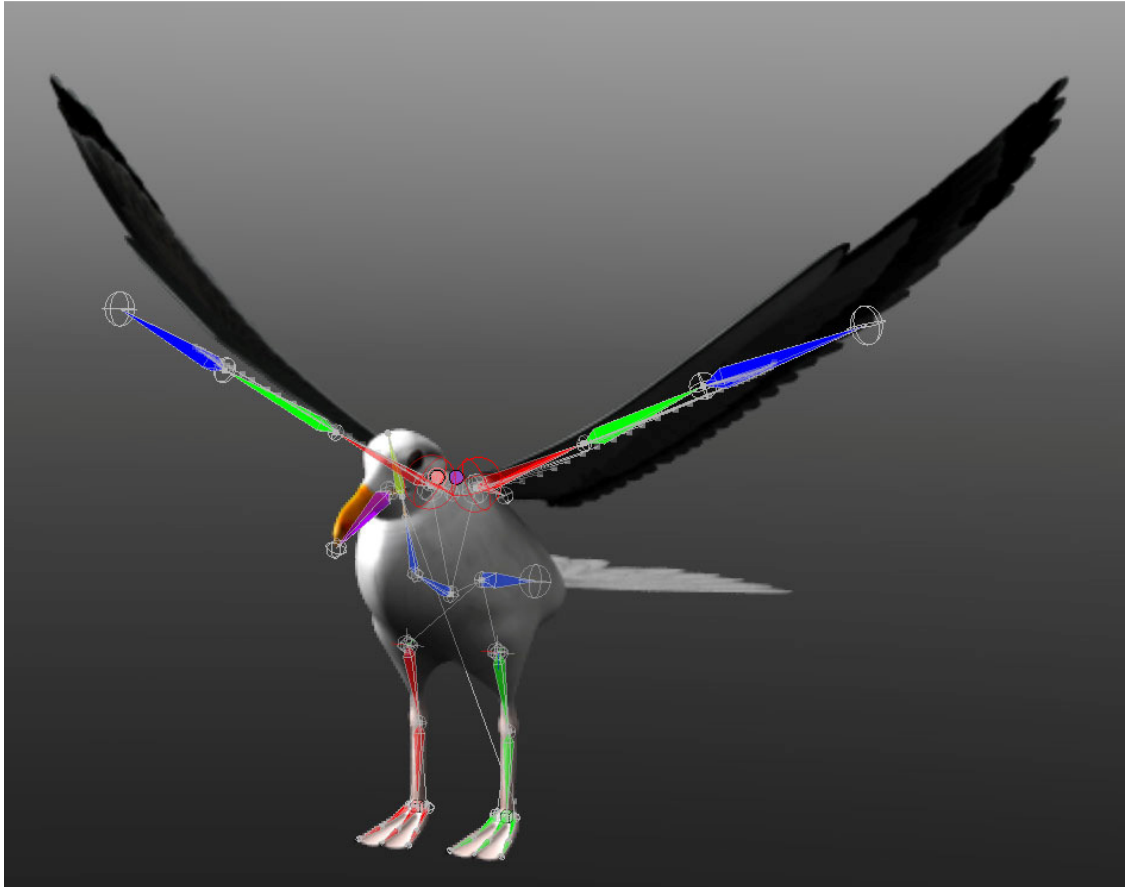
Pyrstön höyhenillä on sama rigi pohjalla, eli myös niihin pystyy lisäämään bendiä ja noisea. Erotuksena siipiin, höyhenet pyrstössä on liitetty locator-objektiin, jolla voidaan ohjata pyrstön suuntaa ylös tai alas. Lisäksi siihen on liitetty kontrolli, jolla voidaan sulkea ja avata pyrstö viuhkamaisesti.



Kuvio 11. Siiven taipuminen

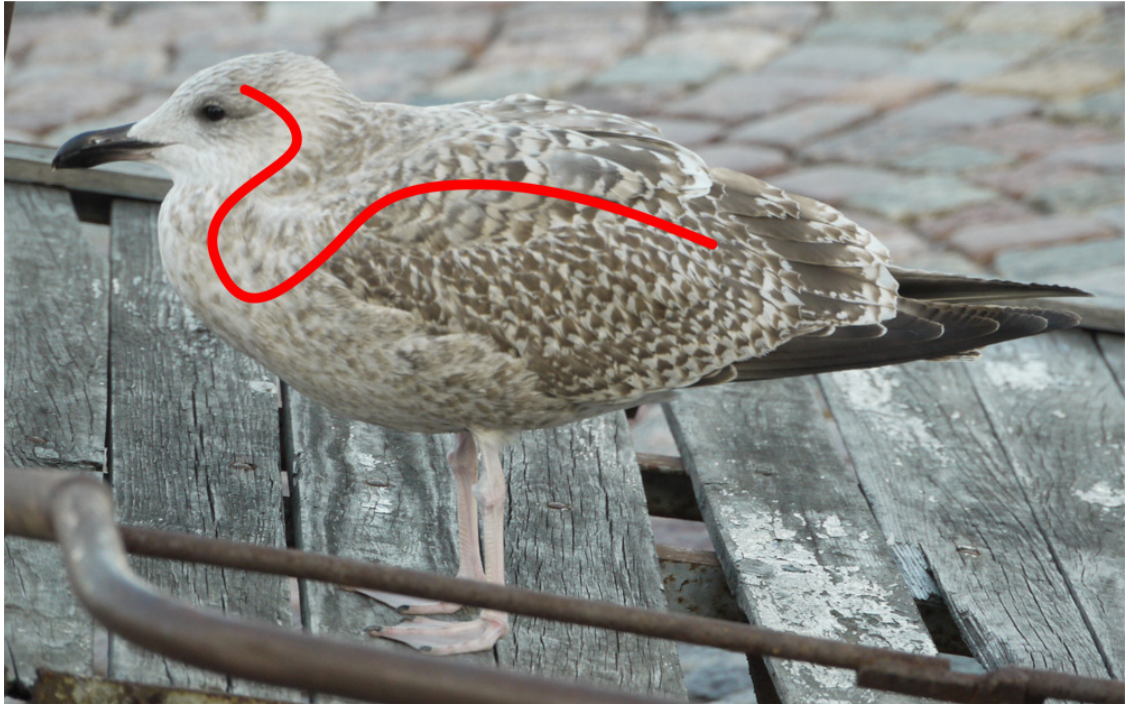
Tämän lisäksi annoin koko siivelle bend modifierin ( kuvio 12 ), jolla pystyy simuloimaan ilmanvastusta. Tämä on rigattu niin, että molemmille siiville on yhteinen kontrolli kummankin siiven yhtäaikaiseen bendaukseen, sekä oma bendi, jolla voi ohjata erikseen molempien siipien taipumista. Siipiin tulee orgaanista tuntua, kun se ei ole täysin jäykkä.

Koko siivelle on myös laitettu spline deformer. Tällä pystyn tuottamaan hieman aaltoilevaa liikettä koko siiven pinnalle. Tällä halusin antaa mahdollisuuden simuloida tuulen aiheuttamaa liikettä siivellä.



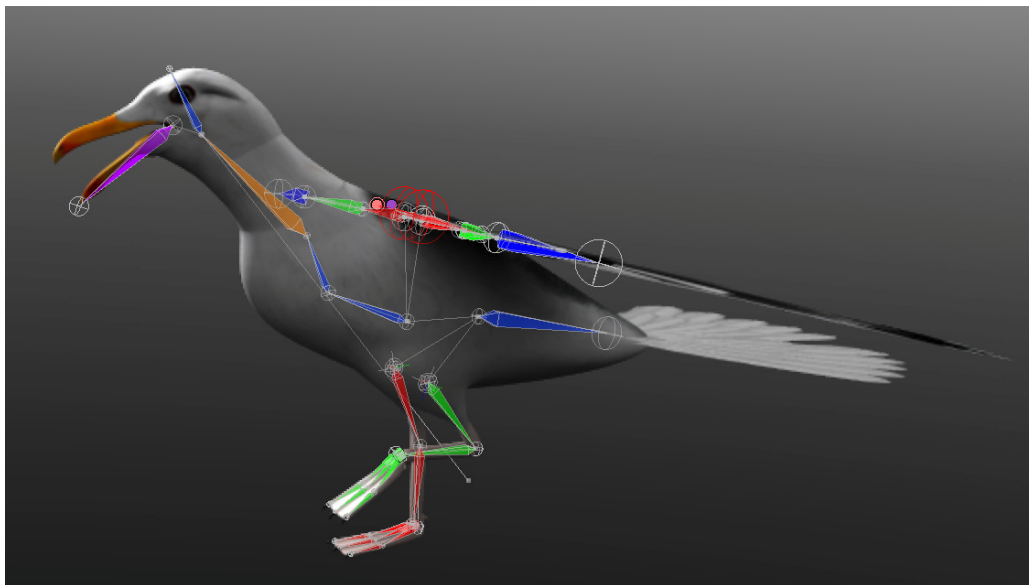
Kuvio 12. Siiven taipuminen, huomaa kuinka luut jäävät geometriasta jälkeen siiven bendistä johtuen, kuvassa tarkoituksella liioiteltu havainnollistamisen helpottamiseksi.

Ruumissa on kolme luuta, joista pyrstöstä katsoen kaksi ensimmäistä luuta ovat vain skinnausta helpottamaan, eikä niitä animoida mitenkään. Kolmannella sinisellä luulla autetaan kaulan taittumisessa, kun lokki kurottaa päätänsä alaspäin. Kaula itsessään on tehty IK-ketjulla, jossa kaulan luu, oranssi, venyy ( kuvio 14 ). Tällä pyritään simuloimaan lokin kaulan rakennetta ( kuvio 13 ). Luuhun on yhdistetty morph map, joka kaventaa kaulaa samalla kun luu venyy.



Kuvio 13. Kuvaan havainnollistettu karkeasti kaulan kaareutuminen ja selkäranka.

Jalat on toteutettu IK:lla, räpylöihin on laitettu kontrolli varpaiden kiinni laittamista ja koukistamista varten. Lentäessään lokki pitää jalkojaan taakse vedettyinä ja suorina, mutta laskeutuessa ja lentoon lähdessä jalat tulevat mukaan, joten tein niistä myös animoitavat. Jalat taipuvat eteenpäin, taipuva kohta on linnuilla nilkka. Polvi jää ruumiin höyhenäitteen alle, mallissa polvi jätetty riggaamatta.( kuvio 14 ).



Kuvio 14. Kaulan ja jalkojen luut ja niiden toiminnallisuus.

## 6 Liikkeiden toteutus

### 6.1 Siivenisku, kevyt

Kevyessä siiven iskussa lokki lyö siivillä tasatahtia säilyttääkseen lentonopeuden. Tällöin ilmavirtaukset eivät auta lokkia pääsemään haluamaansa suuntaan, ja on käytettävä energiaa suunnan ja korkeuden pitämiseen siiven iskuilla. Iskut ovat kuitenkin kevyitä ja iskut näyttävät nopeasti katsottuna tapahtuvan suurimmaksi osin siiven kärjissä. Siipi ei taitu alaspäin, vaan olkapää on melko suorana selkälinjaan katsottuna.

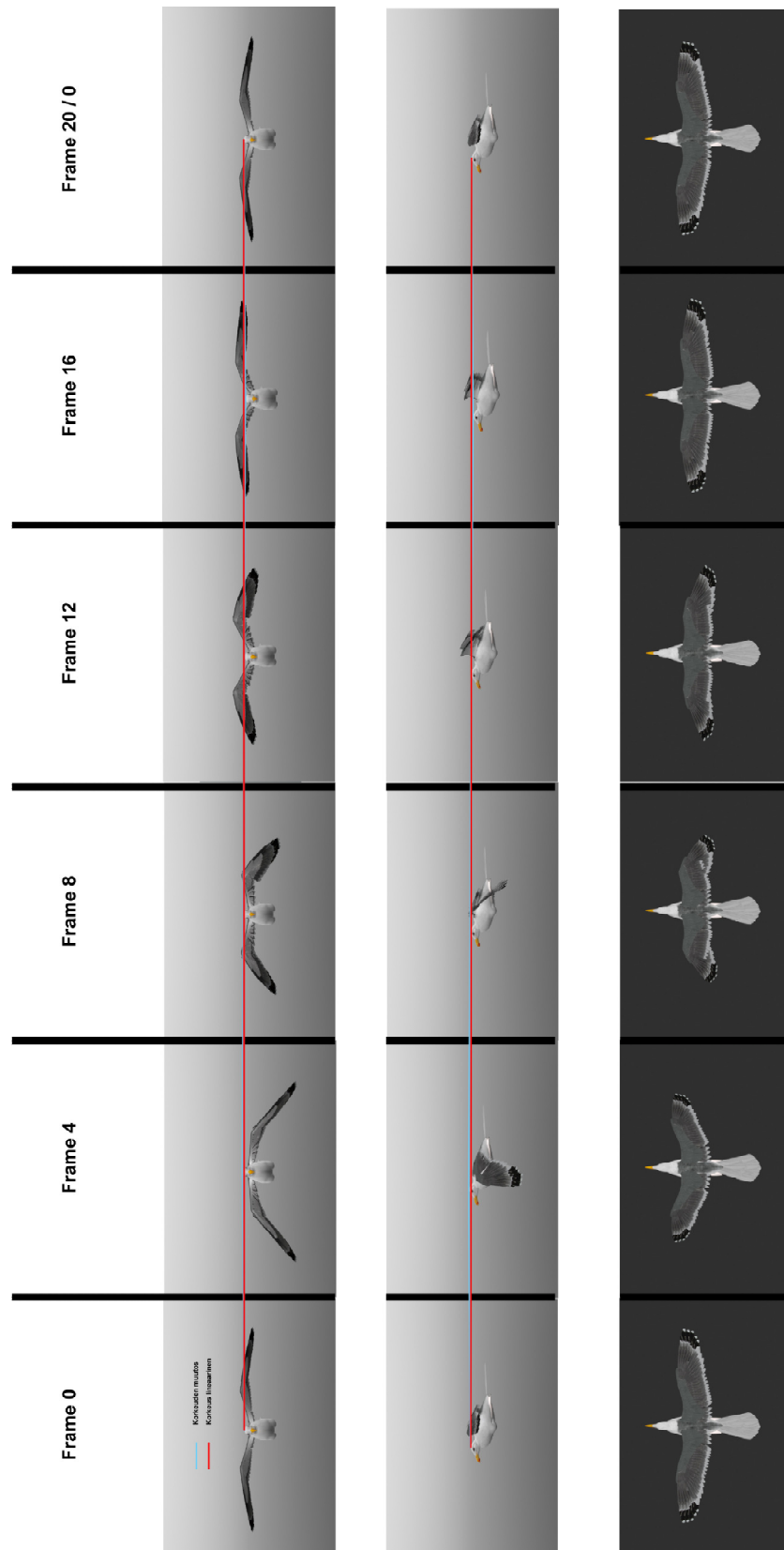
Siiven iskuja voi olla eri nopeuksisia, mutta noin isku yhteen sekuntiin on hyvä keskiarvo. Isku voi olla myös nopeampi noin kaksi iskua sekuntiin. Omassa animaatioissani isku kestää yhteensä 20 framea, eli tässä ajassa animaatio palaa takaisin lähtöframeen eli animaatio luuppaa. Apuna käytin Perkin Luke ( 2007 ) kuvaamaa materiaalia.

Iskussa lokin korkeusasema ei juurikaan muutu vaan pysyy suunnilleen samana. Toki pitää huomata, että suunta voi olla linnulla alaspäin, jolloin korkeus tietenkin muuttuu mutta jos suunta on vaakatasossa, niin päälinja on lähes samassa ( kuvio 15 ).

Framessa 4 lokin siivet ovat alimmillaan ja lokki korkeimmillaan, jolloin ranne on kääntynyt osoittamaan alaspäin mutta olkapää on suhteellisen suorassa linjassa. Framessa 8 lokki on aloittanut nostoliikkeen olkapäät kääntyvät hieman ylöspäin ja ranne alkaa kääntymään taaksepäin. Framessa 12 siipi on jo melkein ääriasennossaan tähän liikkeeseen, ja framessa 16 isoin liike on ranneluun kääntyminen vaakatasoon. Frame 20/0 on lähes liitoasento. Olkapäät ovat pienessä koukussa ja kyynärpää kääntynyt hieman alaspäin.

Huomioitavaa on, että vaikka esimerkissä animaatio on peilikuvana toisella puolen, niin oikeasti siiveniskut eivät ole täysin samanlaiset. Tämä on hyvä pitää mielessä, kun toteuttaa animaatiota ja haluaa lisätä luonnollisuutta liikkeisiin. Kun hieman ajoittaa siiven liikkeitä eri tahtiin ja hieman eri voimakkuuksilla, saa rikottua konemaisuutta.

Keyposejen perusteella tehty animaatio: Siivenisku\_pieni liite 1/1



Kuvio 15. Siivenisku, kevyt. Väreillä erotettu korkeusmuutos

## 6.2 Siivenisku, syvä

Syvässä siiveniskussa lokki lyö alaspäin voimakkaasti tasatahtia siivillään. Tällä lokki pyrkii lisäämään nopeutta ja saamaan tarpeeksi nostetta siivillensä esimerkiksi noustessa ( kuvio 17 ), ( Henderson, 2008, 56% kindle ).

Verrattuna kevyeseen iskuun siipi taittuu voimakkaasti alaspäin ja samalla myös eteenpäin kuten voi havaita vertailemalla framea 4 molemmissa liikkeissä. Höyhenet taipuvat myös siivissä voimakkaasti, liikkeen aiheuttamasta ilmanvastuksesta.

Frameissa 8 siipi alkaa nousta ylöspäin ja ranne taittuu taaksepäin. Samalla myös ranteen sulat kääntyvät toisiinsa nähden hieman, niin että syntyy rako sulkien välille ( kuva 16), josta ilma pääsee virtaamaan ja ilmanvastus pienenee ( SmarterEveryDay 2015 ). Ranne ja käsivarren yhtenäinen höyhenpinta myös raottuu nivelen kohdalla ja siihen muodostuu aukko, josta ilmavirta pääsee liikkumaan.

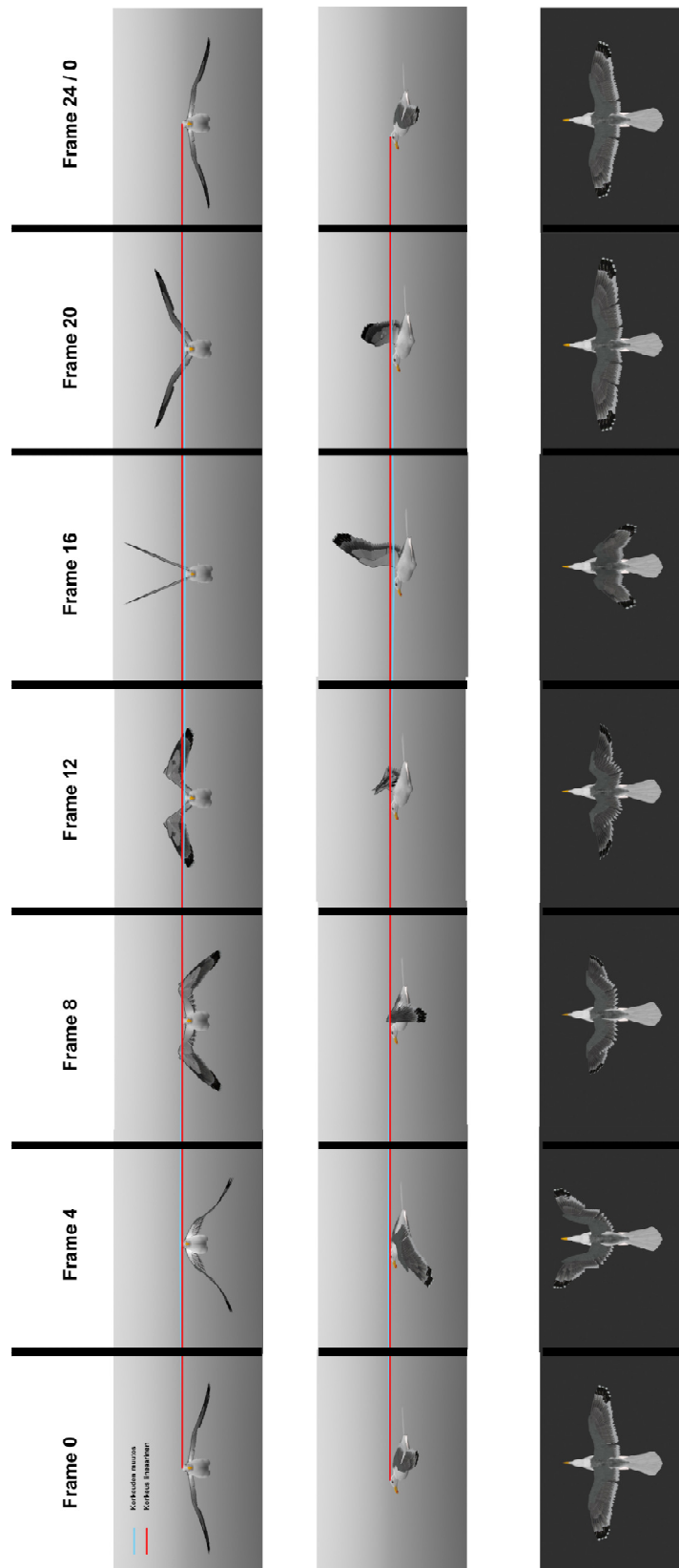
Ranteen luut kääntyvät nousuliikkeessä taaksepäin ja ne pysyvät niin käännettyinä frameen 16 asti, jossa siivet ovat korkeimmillaan. Kaikkein voimakkaimmissa liikkeissä etenkin noustessa ja pysäyttässä, siivet voivat korkeimmalla kohdallaan osua toisiinsa.

Frameista 20-24/0 lokki aloittaa alaslyönnin. Ranneluut kääntyvät 16-20 framen aikana suoriksi. Siipi on kaikkein suorimmillaan 24/0 frameissa, jossa se on saavuttanut vaakatason ja alkaa painamaan ilmaa allensa.

Keyposejen perusteella tehty animaatio: Siivenisku\_syva liite 1/1



Kuvio 16. Sulkien kääntyminen, kiertyvät ja ranne erkanee käsivarresta.



Kuvio 17. Siivenisku, syvä. Väreillä erotettu korkeudenmuutos

### 6.3 Liito ja kääntyminen

Liidossa lokki pitää siipiään levitettynä mutta hieman koukistettuina. Siivet ovat kääntyneinä taaksepäin, niin että syntyy nostetta. Siiven kärjet eli ranne on kääntyneenä taaksepäin ja alaspäin ( kuvio 18 ).

Liidossa lokki hyödyntää ilmastusta, Angle of Attack, ja voi lentää pitkiä aikoja räpyttämättä ( Henderson 2008, 57%, kindle ). Liikkeet ovat hyvin hienovaraisia. Muuttamalla hieman siiven asentoa ja lokki voi vaikuttaa ilmanvastukseen ja pystyy kääntymään. Ilmavirtaukset saavat siiven höyhenet hieman tärisemään ja pientä aaltomaista liikettä koko siiven sulille. Pyrstön höyhenet on kiinni pitäen muodon mahdollisimman aerodynaamisena.

Animaatiossa siiville on hyvä antaa pientä värinää. Lokki tekee kuitenkin pieniä korjausliikkeitä kokoajan.

Animaatiotesti: Liito liite 1/1



Kuvio 18. Liitoasento

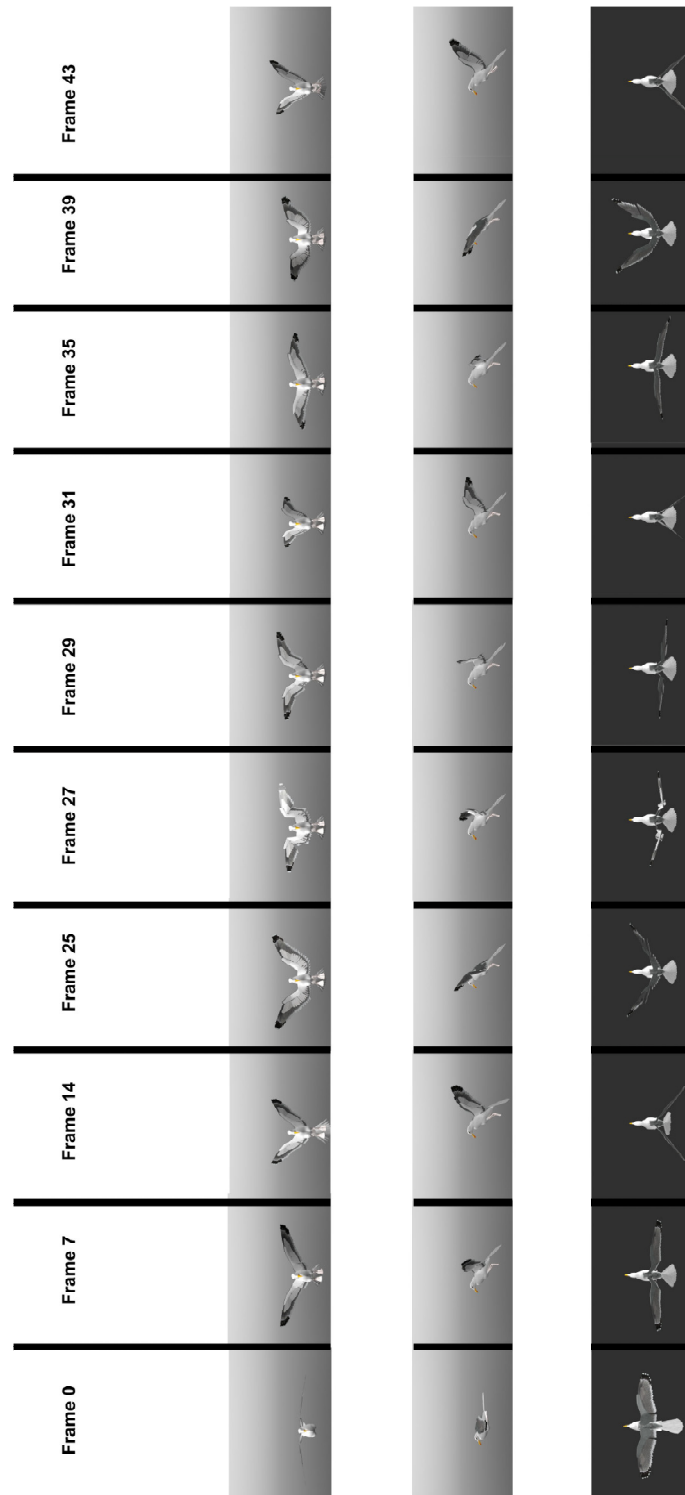
### 6.4 Pysäyttäminen

Pysäyttäessään liikkeensä ilmassa, lokki aikoo siirtyä uuteen liikkeeseen, tämä voi olla kääntyminen voimakkaasti toiseen suuntaan, tai syöksyyn valmistautuminen kohti vettä, joka on seurausta kääntymisestä.

Pysäyttäessään lokki hyödyntää ilmanvastusta ja kääntää itsensä ylöspäin frame 14 ( kuvio 19 ). Tämä tapahtuu olkapäitä kääntämällä niin, että siipi kääntyy pystyyn, Stalling Angle. Samalla lokki tuo jalat eteenpäin ja levittää pyrstönsä lisätäkseen ilmanvastusta. ( yaya2006, 2014 ). Pää on kääntyneenä hieman alaspäin. Framesta 7 alkaen näkyy siipien toistuva voimakas iskuliike. Tämä jatkuu niin kauan, kunnes lokki



on pysähtynyt ja voi suorittaa seuraavan liikkeen. Näitä voi olla leijuminen ja kääntyminen, sekä sitä seuraava syöksy.

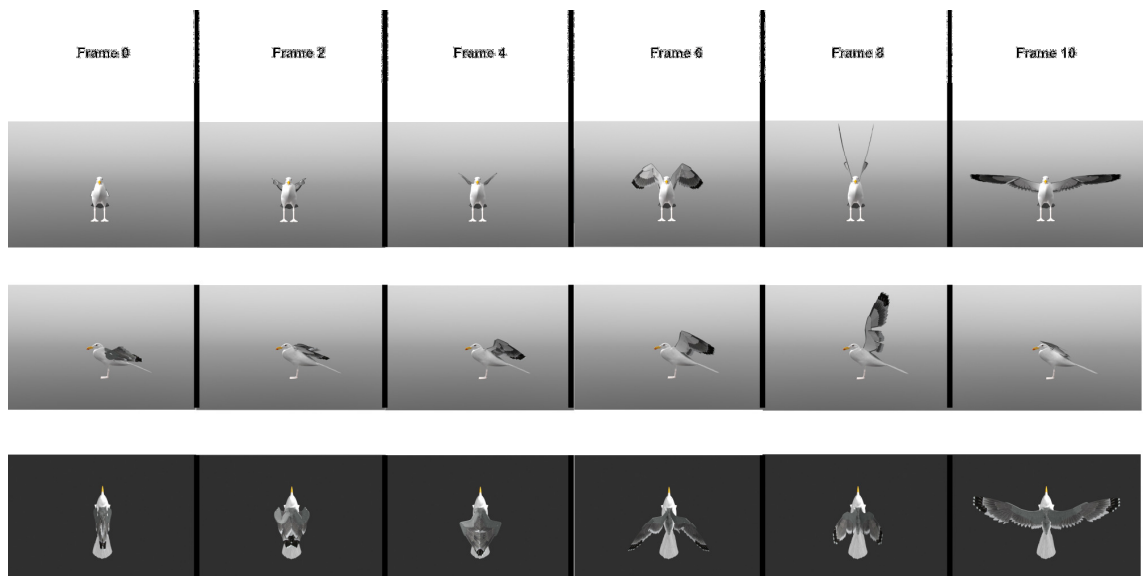


Kuvio 19. Pysäytys

## 6.5 Siiven aukaisu ja kiinni laittaminen

Lokin ollessa paikoillaan maassa tai vedessä se pitää siipiään kiinni. Siivet ovat tällöin lepotilassa, eivätkä sulat pääse sekoittumaan. Ilmaan noustessa lokin on kuitenkin avattava siipensä, joka on kuvassa 20 havainnollistettu.

Lokki kääntää olkapäitensä ylös niin, että käsivarsi nousee hieman. Sen jälkeen alkaa käsivarsi ojentumaan, kunnes frameissa 2-8 se on jo melko suorana ylhäällä. Ranne on vielä hieman kääntyneenä taaksepäin ja vasta frameissa 10, kun siipi on levitettyä vaakatasoon rannekin on kääntynyt kokonaan auki. Siiven aukaisu tapahtuu yleensä ylöspäin, jolloin kun siipi on auki höyhenet asettuvat oikeille paikoilleen.

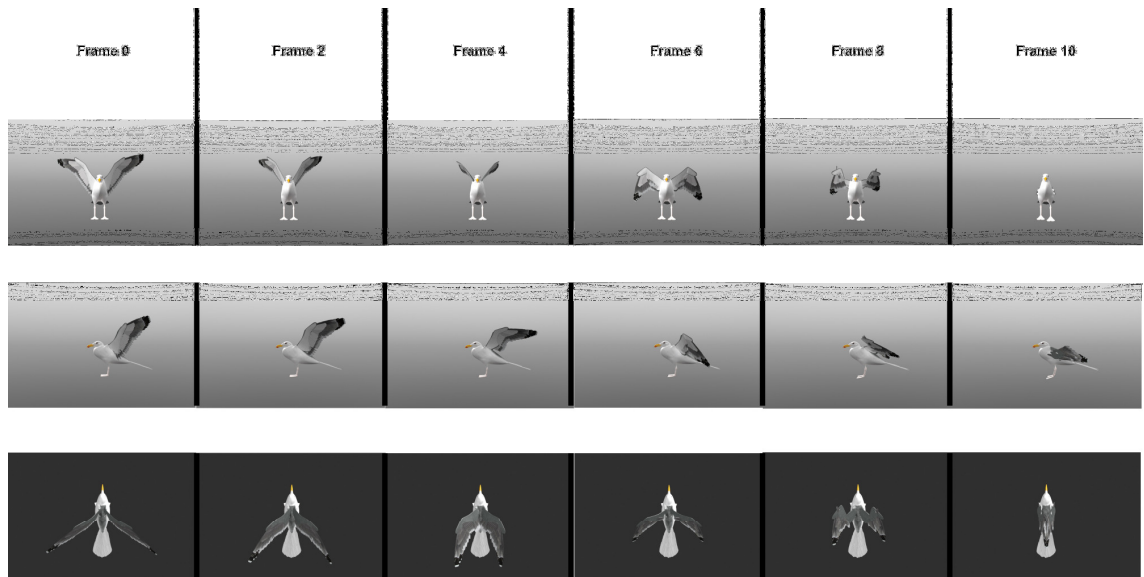


Kuvio 20. Siiven aukaisu.

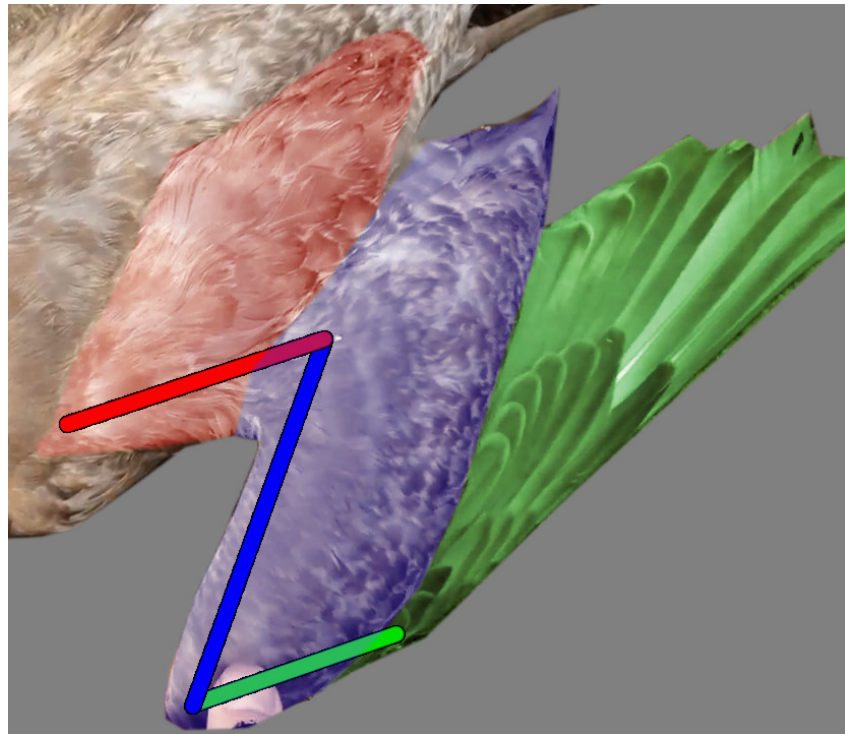
Lokin laskeuduttuaan liikerata jatkuu yleensä suoraan siipien ylimmästä kohdasta kohti siipien sulkeutumista ( kuvio 21 ). Joissain tapauksissa lokki jättää siipensä auki mutta nämä ovat tilanteita, jossa sen on käytettävä siipiänsä säilyttääkseen tasapainonsa, esimerkiksi kovat tuuli, tai laskeutuessaan epävakaaammalle pinnalle.

Siiven sulkeutumisessa ranne kääntyy taaksepäin ja kiertyy, niin että sulat jäävät käsivarsien sulkien alle. Käsivarsi kääntyy eteenpäin samalla kuin olkapää kääntyy

taaksepäin. Ylimmäksi selästä katsoen jäävät siiven ja selän liittymän tertiääriset höyhenet ja alimmaksi ranteen isot sulat ( havainnollistava kuva 22).



Kuvio 21. Siiven kiinni meneminen.



Kuvio 22. Siiven höyhenet, punaisella päällimmäiseksi jäävät tertiääriset höyhenet, sinisellä niiden alle painuvat käsivarren höyhenet ja alimmaksi jäävät vihreällä väritetyt ranteen isot sulat.( Kuvassa pohjana käytetty Backyard Bird Anatomy 2014, Analysis of how a gull wing folds and extends. )

## 6.6 Nousu kiinteältä pinnalta

Kiinteältä pinnalta nousua on kahdenlaista. Ensimmäisessä liikkeessä lokki ponnistaa itsensä ilmaan esimerkiksi maanpinnalta. Tämä vaatii paljon energiaa ja lokki joutuu näkemään vaivaa päästäkseen ilmaan nopeasti. Toinen nousuliike on missä lokki istuu jossain korkealla paikalla ja ponnistaa itsensä liikkeelle pieneen pudotukseen tämä antaa lokille nostetta siippiensä alle ilmavirtauksista.

Kuvassa 23, on havainnollistettu lokin liikkeet nousun eri vaiheissa. Frame 0 normaali seisonta. Siitä seuraa frame 4, jossa lokki valmistautuu ilmaan lähtöön. Siivet alkava aueta ja lokki koukistaa jalkojaan. Liike, joka siivissä tapahtuu frameista 0 ja 10 välillä on sama liike, kuin siiven aukaisu kohdassa käsitelty sarja. Framessa 4 lokin ruumis on matalimmillaan ja siitä seuraa ponnistava liike ylös eteenpäin.

Framessa 14 lokin jalat ovat irronneet maasta ja siivet lyövät voimakkaasti eteenpäin ja samalla alase. Frameen 26 tultaessa siivet ovat maksimissaan ylhäällä. Siivet ovat ylös tuotaessa koukistuneina, niin ranteestaan kuin käsivarreltaankin. Tätä seuraa useiden voimakkaiden iskujen sarja kunnes lokki on saavuttanut tarvitsemansa korkeuden ja nopeuden.

Key posejen perusteella tehty animaatio: Nousu\_maalta liite 1/1



## 6.7 Nousu vedestä

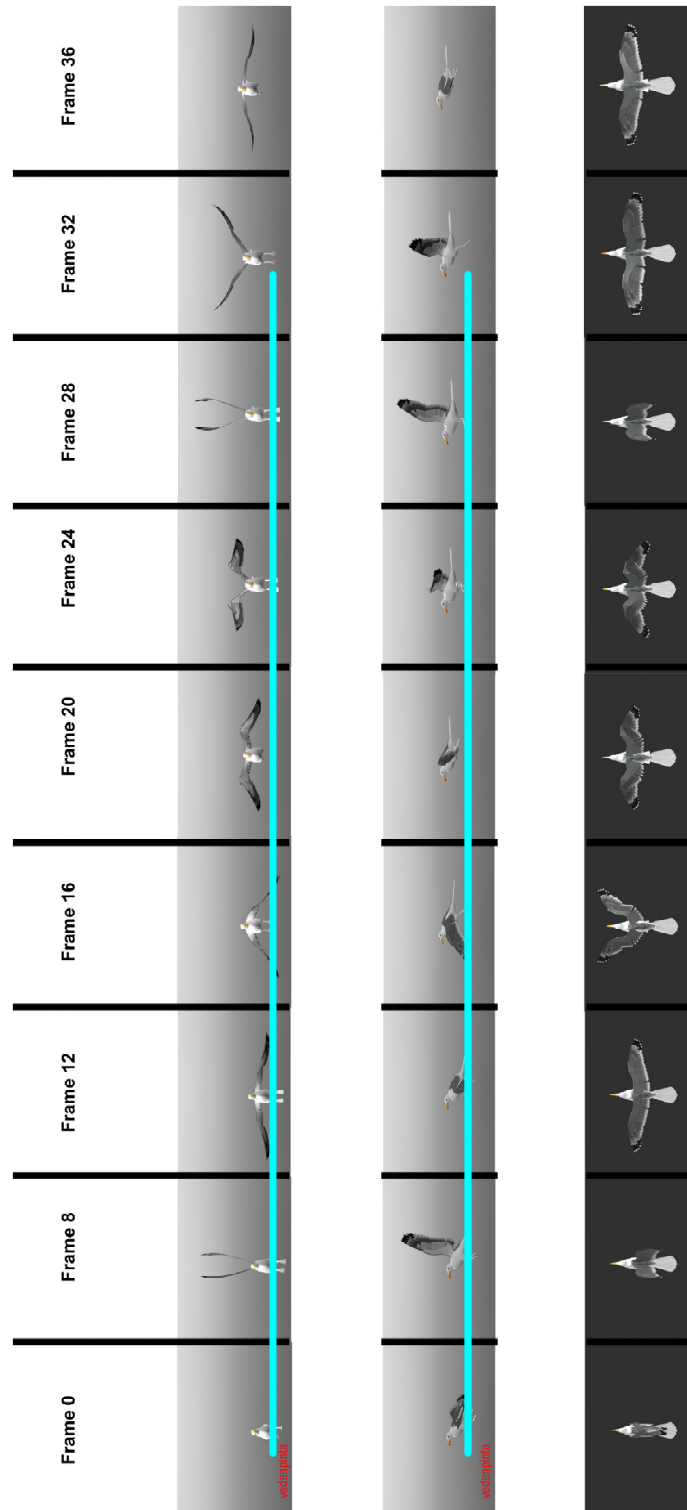
Vesi on lokeille hyvin luontainen elementti, ja lokkien elinympäristö usein sijoittautuu lähelle vesiä. Vedestä lokki saalistaa kaloja, joita lokki pystyy sukeltamaan. Vedessä liikkuesssa lokki käyttää räpylöitään työntääkseen itseään eteenpäin samalla, kuin esimerkiksi sorsat.

Nousu vedestä on hankalaa. Verrattuna nousuun maasta, niin lokki ei pysty ponnistamaan yhtä voimakkaasti. Tästä johtuen siipien alle ei muodostu tarpeeksi nopeasti, eikä riittävästi nostetta, mistä seuraa, että lokin nousu kestää kauemmin kuin kiinteältä pinnalta lähteminen.

Frameissa 0-10 lokki on vedessä uinnissa, jalat polskivassa asennossa ( kuvio 24). Frameen 11-18 mennessä lokki on avannut siipensä ( katso siiven aukaisu ). Framejen 19-28 välillä lokki koukistaa jalkansa eteenpäin ja työntää niitä taaksepäin ponnistaakseen itselleen vauhtia ylöspäin ja eteenpäin.

Frameissa 29-32 lokki suorittaa voimakkaan iskun. Niin että frameissa 29-32 siipi on nousseen ylipäälle asentoonsa. Tässä vaiheessa lokki on tuonut myös jalkansa eteenpäin antaakseen uudelleen lisäapua ponnistuksella, frame 32. Tällainen liike saattaa toistua useita kertoja, kunnes lokki on päässyt haluamaansa vauhtiin ja korkeuteen ( Hajt Spid Pikczers, 2010).

Keyposejen perusteella tehty animaatio: Nousu\_vedesta liite 1/1



Kuvio 24. Nousu vedestä.

## 6.8 Laskeutuminen

Laskeutuessa lokki siirtyy lepäämään tai tarkastelemaan ympäristöään. Lokki laskeutuu usein korkeille paikoille mutta myös maahan etenkin toreilla, jossa ne koittavat poimia pudonneita ruuan tähteitä. Laskeutuminen voi tapahtua myös veden pinnalle. Veteen laskeutuminen tapahtuu helpommin ja nopeammin, kuin maalle. Lokin ei tällöin tarvitse niin paljon käyttää energiaa hidastamaan vauhtiansa, vaan vedenpinta auttaa osittain pysäyttämään vauhtia.

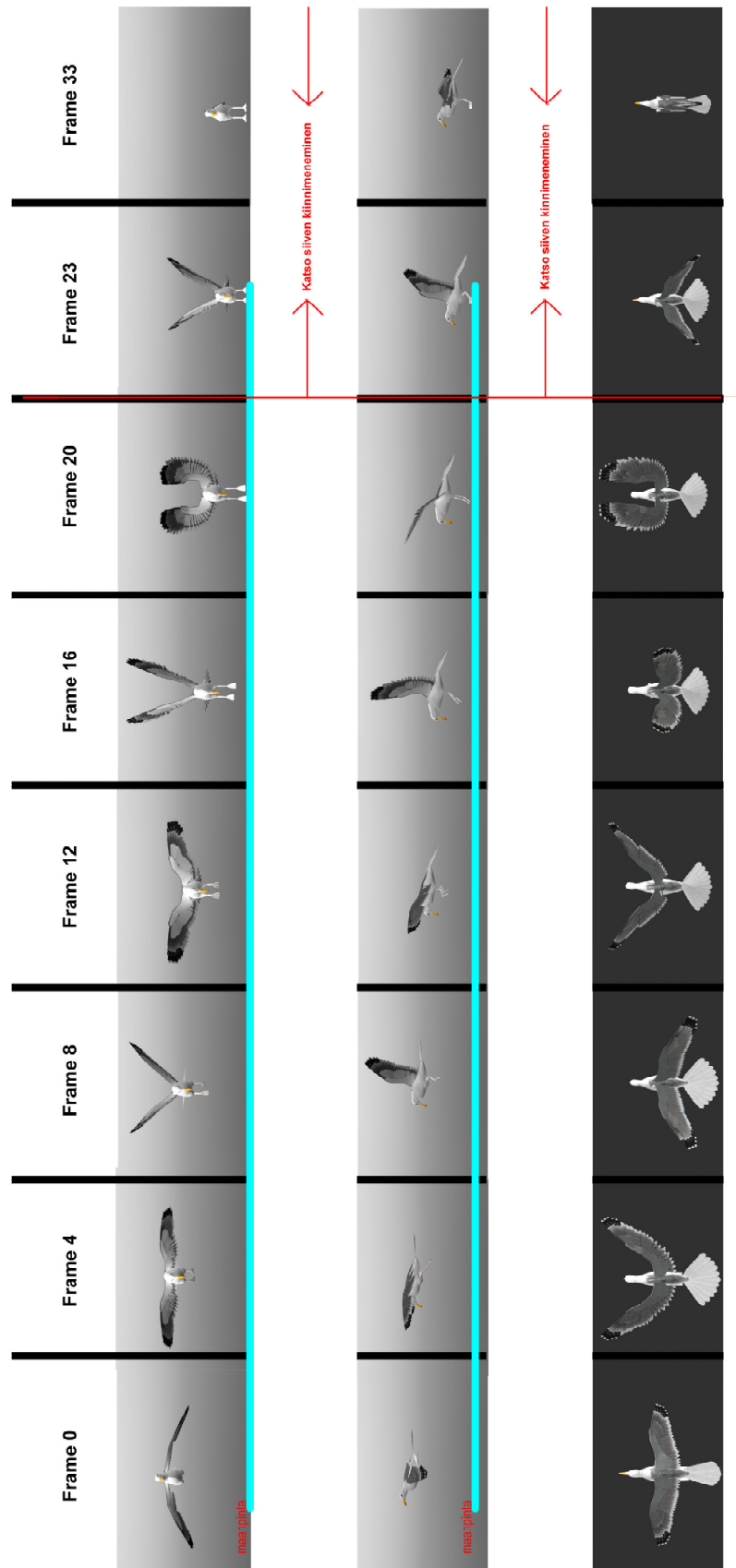
Tärkeintä laskeutuessa on pysäyttää liike-energia. Riippuen vauhdista ja tuulesta tämä voi vaatia paljon energiaa ja siiveniskuja, jotta laskeutuminen olisi mahdollisimman pehmeä. Toisaalta liidosta lokki voi hyvillä sääolosuhteilla laskeutua melkein suoraan valaisintolpan päälle tai muualle korkealle paikalle. Sopiva vastatuuli voi myös olla apuna, silloin riittää aivan laskeutumisen loppussa tehdyt siiveniskut hidastamaan vauhdin. Ilman vastatuulta laskeutuminen voi vaatia useiden voimakkaiden siiveniskujen sarjan.

Frameissa 0 lokki on liitoasennossaan ( kuva 25 ). Tätä seuraa frame 4 siipien tuominen eteenpäin kääntyneinä niin, että siivet muodostavat ison pinta-alan ilmanvastukselle ja saa vauhdin hidastumaan ( katso pysähtyminen ). Pyrstö on myös tässä kohden levittänyt. Lokin pää kääntyy katsomaan alaspäin ja on tässä asennossa niin kauan, kunnes on laskeutunut.

Frameissa 8 ja 12 lokki suorittaa voimakkaan siiveniskun ja on tuonut jalat eteenpäin. Tämä voi toistua usemmin riippuen korkeudesta ja sääolosuhteista. Frameissa 20 lokki on päässyt maahan ja siivet ovat levitettynä ylhäällä tasapainoa tuomaan. Liike jatkuu alaspäin, niin että frameissa 23 lokki on matalimmillaan jalat koukistettuina vauhtia hidastamaan. Tästä seuraa siipien kiinni laittaminen ja jalkojen suoristaminen.

Keyposejen perusteella tehty animaatio: Laskeutuminen liite 1/1





Kuvio 25. Laskeutuminen

## 7 Lopputulos ja pohdinta

Mielestäni moni asettamani tavoite toteutui suhteellisen hyvin. Kuten niin monesti, hyvin suunniteltu on puoliksi tehty. Videoiden tutkiminen etukäteen ja looginen miettiminen auttoivat välttämään monta ansaa riggauksessa. Siltikin olisi voinut käyttää enemmän aikaa suunnitteluun, tämä kävi tuskallisen selväksi, kun aloin animoimaan siiven kiinni menemistä. Onneksi olin varautunut mahdollisiin ongelmiin tekemällä rigiin kontrollin, jolla pystyi hieman parantamaan animaation käyttäytymistä.

Mielenkiintoiseksi tämän opinnäytetyön itselleni teki se, että en ollut koskaan aikaisemmin rigannut lintua. Myöskään käyttämäni 3d-ohjelma Modo, ei ollut itselleni kovinkaan tuttu riggauksen ja animaation osalta.

Vaikka aluksi en ajatellut kertoa juurikaan mitään riggauksesta, niin tajusin, että rigille asettamieni kontrollien selittäminen on todella tärkeä osa linnun animaatiota. Moni linnun liikkeistä, tai niistä mitkä saatamme mieltää liikkeiksi, eivät kuitenkaan ole varsinaisesti samanlaisia kuin se, että ihminen liikuttaisi kättänsä. Tästä hyvänä esimerkkinä on siipien sulat, jotka taipuvat iskuissa ja aaltoilevat liidossa. Millaisia kontrolleja näihin tarvitaan, jotta saisi liikkeen toteutettua, entä kuinka saa linnun siiven pysymään tiiviinä, kun lintu kääntää käsivarttansa. Ehkä tämän osion läpikäyminen auttaa lukijaa huomaamaan, mitä kannattaa rigiin laittaa.

Koska linnuilla on monia erilaisia liikkeitä, niin en millään ennättänyt tekemään niitä kaikkia. Yleisimmät liikkeet onnistuin tekemään mutta harmikseni lokin kääntyminen ilmassa siiveniskujen avulla, syöksyminen ja laskeutuminen veteen jäivät toteutumatta. Nämä olisivat olleet loogista jatkumoa käsittelemäni lokin pysäytykselle ilmassa. En ole tyytyväinen toteutuneisiin animaatioihin suhteessa enemmän meni aikaa rigiin, kuin itse animaation toteuttamiseen.

Miten onnistui ja miten jatkaisi. Seuraava looginen askel eteenpäin, olisi tarkentaa lintua ja tehdä siitä sankarilintu. Peittää ruumis oikeilla höyhenillä käyttäen hair and furia, tai partikkeleita saadakseni ne jopa dynaamisiksi. Tarkentaa mallia siellä missä tarvetta on.

Siiven sulkeminen oli ja on haastava ja sen deformaatio ei onnistunut tarpeeksi hyvin, johtuen pitkälti siitä ettei ollut tarpeeksi geometriaa siivissä. Tämä pitäis toteuttaa uudelleen laittamalla surface constraintti sulkiin, eikä linkittämällä niitä siipien luihin. Siiven kiinnittyminen selkään vaatisi myös lisää höyheniä oikeanlaisen muodon saavuttaakseen.

Seuraava etappi on tutkia kuinka rigi taipuu, voisiko sitä käyttää toisentyyppisten lintujen animointiin. Vaikkei taipuisikaan, niin kuinka hyvin havainnot sopivat toisten lintujen animointiin, joita olisi ehkä tarkoitus tulevaisuudessa tehdä. Isoimmat muutokset olisivat lähinnä ajoituksissa, pienet linnut esimerkiksi räpyttelevät siipiään tiheämmin. Toki lentotyyleissäkin on hieman eroja.

Cartoon-tyylinen lintu on myös yksi tavoitteistani, jotka olen itselleni asettanut toteutettavaksi tulevaisuudessa. Tämä asettaa uusia haasteita. Rigin itsessään tarvitsisi olla hieman toisenlainen. IK-tyylinen rigi siivissä olisi silloin käytännöllisempi, liikkeiden tekeminen cartoon-tyylisesti olisi helpompaa. Vaikka liikkeiden perustat olisivat samat, kuin opinnäytetyön lokilla, niin liioittelua tarvitsisi lisätä niihin. Käyttää enemmän voimakkaita iskuja. Riippuen tyylistä, niin animaatioiden pitäisi olla myös hieman ihmismäisemmät, siivet voisivat toimia kuin kädet, kasvojen ilmeet jne.

## Lähteet

Backyard Bird Anatomy ( 21.4.2014 ), Chicken Wing Anatomy - Part 1, haettu 9.2.2016,

<https://www.youtube.com/watch?v=FilThys-FRI>

Backyard Bird Anatomy ( 10.1.2014 ), Analysis of how a gull wing folds and extends, haettu 26.2.2016,

<https://www.youtube.com/watch?v=rUZRRfFSW0M>

Bird flight web site: <http://www.ornithopter.org/birdflight/glide.shtml>. haettu 5.1.2016

Henderson Carrol L ( 2008 ), Birds In Flight: The Art and Science of How Birds Fly, Voyageur Press

Hajt Spid Pikczers ( 13.8.2010 ) Seagull takeoff, flight and landing \*|SLOW MOTION|\* \*|HIGH SPEED|\*, haettu 4.5.2015,

<https://www.youtube.com/watch?v=l89cLlhWt1c>

Legend of the Guardians: The Owls of Ga'Hoole. ( 2010 ). Orloff John, Stern Emil. Snyder Zack. Yhdysvallat, Australia. Village Roadshow Pictures, Animal Logic. 107 minuuttia

Nikinmaa Mikko ( 28.2.2008 ), Miten linnut pystyvät lentämään? haettu 5.1.2016,

<http://www.eluova.fi/index.php?id=23>

Perkin Luke ( 10.12.2007 ), Seagull in flight follow-cam, haettu 4.5.2015

<https://www.youtube.com/watch?v=7RvE4D1lwjE>

Rio ( 2011 ). Saldanha Carols, Jones Earl Richey, Jones Todd. Saldhana Carols. Yhdysvallat. Blue Sky Studios, 20th Century Fox. 96 minuuttia.

SEANET Blog ( 21.10.2010 ), haettu 1.2.2016,

<https://seanetters.files.wordpress.com/2010/10/laguwing19862.jpg>

SmarterEveryDay ( 19.9.2012 ): MACAWS in SlowMotion! Rainforest Research! Smarter Every Day 60, haettu 29.4.2015,

<https://www.youtube.com/watch?v=VTVigNA3KCY>

SmartEveryDay ( 6.10.2012 ): How Bird Wings Work ( Compared to Airplane Wings ) - Smarter Every Day 62, haettu 29.2.2016,

<https://www.youtube.com/watch?v=4jKokxPRtck>

yaya2006 ( 7.7.2014 ) Amazing Slow Motion Seagull Dive Bombing for a Fish At Woodbine Beach, Toronto Canada. Haettu 1.2.2016,

<https://www.youtube.com/watch?v=n1woCgYPS>

Wikipedia ( 16.3.2013 ) alula, <https://fi.wikipedia.org/wiki/Alula>, haettu 1.2.2016

## **Animaatioklipit**

Pdf:ssä liitteenä Animaatiot\_liite1.zip: Laskeutuminen, Liito, Nousu\_maalta, Nousu\_vedesta, Siivenisku\_pieni ja Siivenisku\_syva.

## **Liitteen otsikko**

Liitteen sisältö